

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА
СБОРКИ-СВАРКИ ОСНОВАНИЯ ПОДКРАНОВОГО БЛОКА**

УДК 621.873-2:621.757:621.791

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A51	Квашин Павел Викторович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	К.П.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н., доцент		

Юрга – 2020 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП «Машиностроение»

(подпись) (дата) Д.П. Ильященко
(И.О.Ф.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Квашину Павлу Викторовичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки подкранового блока	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2020 г. № 7/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
------------------------------------------	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1. Обзор и анализ литературы 2. Объект и методы исследования 3. Разработка технологического процесса 4. Конструкторский раздел 5. Проектирование участка сборки-сварки 6. Финансовый менеджмент 7. Социальная ответственность

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.0037-10.01.00.000 СБ Основание поворотного крана Сборочный чертеж 2. ФЮРА.0037-10.03.00.000 Винтовой домкрат 3 ФЮРА.0037-10.04.00.000 – Технологический процесс 4. ФЮРА.00004ЛП – Экономическая часть 5. ФЮРА.000002.38.00.000 ЛП – План участка 6. ФЮРА.00003.ЛП – Система вентиляции участка
---------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Полицинская Е.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-10А51	Квашин Павел Викторович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2019 – 2020 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
на выполнение выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом готовой работы	
-------------------------------------	--

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.20	Обзор литературы	20
20.02.20	Объект и методы исследования	20
31.03.20	Расчет и аналитика	20
30.04.20	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
28.05.20	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Крюков А.В.	К.Т.Н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП «Машиностроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Ильященко Д.П.	К.Т.Н., доцент		

Юрга – 2020г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Квашину Павлу Викторовичу

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение» профиль «Оборудование и технология сварочного производства»
Уровень образования	Бакалавриат		

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Оценка стоимости производства по предлагаемому технологическому процессу сборки-сварки подкранового блока

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

2. Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

3. Определение затрат на основные материалы

4. Определение затрат на вспомогательные материалы

5. Определение затрат на заработную плату

7. Определение затрат на амортизацию и ремонт оборудования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

При необходимости представить эскизные графические материалы к расчетному заданию

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2020
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Полицинская Е.В.	К.П.Н. доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A51	Квашин Павел Викторович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A51	Квашину Павлу Викторовичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	ЮТИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p><i>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути на предмет возникновения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p><i>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><i>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные) 	<p><i>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</i></p>

<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)</p>
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>Вредные выбросы в атмосферу</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; <p>организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p>Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>
Перечень графического материала	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Система вентиляции участка</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ЮТИ	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А51	Квашин Павел Викторович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 97 с., 1 рисунок, 19 таблиц, 25 источников, 1 приложение, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, производственный процесс, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится расчет и проектирование подкранового блока.

Целью работы является разработка технологии изготовления подкранового блока.

Задачами данного проекта являются: изучение составных деталей изделия, определение марки стали, метода сварки, режимов сварки и сварочные материалы, нормирование операций, разработка технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и численности рабочих.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитаны материальные затраты на изготовление подкранового блока.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и КОМПАС–3D V16.1 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

The final qualifying work 97 p., 1 picture, 19 tabs, 25 references, 1 application, 9 p. of graphic.

Keywords: welding, technology, welding modes, welding current strength, welding equipment, efficiency, production process, fixture, industrial safety, costs.

Relevance of this work: this thesis performs a designing of industrial crane's basement.

Main purpose of the thesis is the development of industrial crane's basement technology.

The objectives of the thesis is to study the component parts of a product, determine the grade of steel, choose a welding method, determine welding modes and welding materials, normalize operations, draw up a process, calculate the required amount of equipment and the number of workers.

While thesis operation welding modes are calculated, welding equipment is selected, assembly and welding operations are normalized. Calculated material costs for the manufacture of industrial crane's basement.

Thesis had been implemented in a text editor Microsoft Word 2016 and KOMPAS-3D V10 and is represented on the CD-R (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	15
1 Обзор литературы	16
2 Объект и методы исследования	17
2.1 Назначение и условия работы изделия, требования нормативной документации	17
2.2 Требования к сборке конструкции под сварку	19
2.3 Структура и свойства материала изделия	21
2.4 Методы проектирования	22
2.5 Постановка задачи	23
3 Разработка технологического процесса	24
3.1 Анализ исходных данных	24
3.1.1 Основные материалы	24
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	28
3.1.3 Выбор сварочных материалов	29
3.2 Расчёт технологических режимов	30
3.3 Выбор основного оборудования	34
3.4 Выбор оснастки	36
3.5 Составление структуры сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы	38
3.6 Визуальный и измерительный контроль	40
3.6.1 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля	40
3.7 Техническое нормирование операций	47
3.8 Материальное нормирование	50
4 Конструкторский раздел	53
4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	53
4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	53

5	Проектирование участка сборки-сварки	60
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	60
5.2	Расчет основных элементов производства	61
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	61
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	62
6	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
6.1	Сравнительный экономический анализ вариантов	63
6.1.1	Расчет необходимого количества производственного оборудования	63
6.1.2	Расчет численности производственных рабочих	65
6.1.3	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	66
6.1.4	Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	68
6.1.5	Определение затрат на основной материал	68
6.1.6	Определение затрат на вспомогательные материалы	69
6.1.7	Определение затрат на заработную плату	69
6.1.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	70
6.1.9	Определение затрат на амортизацию оборудования	71
6.1.10	Определение затрат на амортизацию приспособления	71
6.1.11	Определение затрат на ремонт оборудования	72
6.1.12	Определение затрат на содержание здания	73
6.2	Расчет технико-экономической эффективности	73
6.3	Основные технико-экономические показатели участка	74
7	Социальная ответственность	75
7.1	Описание рабочего места	75
7.2	Законодательные и нормативные документы	75

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	77
7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	81
7.5 Обеспечение требуемого освещения на участке	83
7.6 Охрана окружающей среды	84
7.7 Чрезвычайные ситуации	85
7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	86
7.9 Выводы	89
Заключение	91
Список использованных источников	92
Приложение А (Спецификация основания подкранового блока)	95
Диск CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.0037-10.01.00.000 СБ Основание поворотного крана	Формат А1
Сборочный чертеж	4 листа
ФЮРА.0037-10.03.00.000 Винтовой домкрат	Формат А1
ФЮРА.0037-10.04.00.000 – Технологический процесс	Формат А1
ФЮРА.00004ЛП – Экономическая часть	Формат А1
ФЮРА.000002.38.00.000 ЛП – План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.ЛП – Система вентиляции участка	Формат А1

Введение

Технический прогресс в промышленности неразрывно связан с постоянным совершенствованием сварочного производства. Сварка как высокопроизводительный процесс изготовления неразъемных соединений находит широкое применение при изготовлении металлургического, кузнечно-прессового, химического и энергетического оборудования в сельскохозяйственном, тракторном машиностроении, в производстве строительных и других конструкций.

Сварка является таким же необходимым технологическим процессом, как обработка металлов резаньем, литье,ковка, штамповка. Она часто конкурирует с этими процессами, а в ряде случаев и вытесняет их. Сваркой можно изготавливать любые крупные сварно-литые и сварно-кованные детали, которые невозможно отлить или отковать целиком.

В настоящем дипломном проекте мы рассмотрим применение сварки при изготовлении основания подкранового блока. Применение сварки в этом случае неоспоримо, так как отлить или выковать подобное изделие невозможно, а применение сварки многократно упрощает процесс изготовления этой конструкции.

1 Обзор литературы

На мировых и европейских сварочных рынках наблюдается увеличение доли материалов и оборудования для механизированных способов сварки и сокращение доли ручной сварки. Таким образом, в мировом сварочном производстве лидирующие позиции будут занимать полуавтоматические и автоматические виды дуговой сварки в основном за счет сокращения доли ручной сварки. При этом происходит снижение потребления покрытых электродов для дуговой сварки. Однако позиции ручной дуговой сварки на монтаже и в ремонтных работах сохраняются даже при возрастающем потреблении автоматических кареток и тележек. Технологическое оборудование для ручной сварки развивается и усовершенствуется в основном за счет применения тиристоров и инверторов. В связи с увеличением объемов механизированных и автоматизированных способов сварки возрастает необходимость в создании новых сварочных аппаратов, прежде всего с уменьшенными массой и габаритами, которые расширят возможности их практического применения. Ожидается использование новых механизмов, основанных на иных принципах, чем те, которые применялись ранее, например использование преобразователей с увеличенным количеством фаз электрического тока, повышенными КПД и коэффициентом мощности, полностью управляемые дистанционно с синергетическим оборудованием и регулированием технологического процесса с помощью компьютера. Развитие робототехники будет способствовать дальнейшей автоматизации процессов соединения. Например, приведена система роботизированной тандемной сварки CMT Twin производства компании Fronius с двумя независимыми микропроцессорными источниками электропитания. Расширяют возможности своего практического применения новые полуавтоматические и автоматические аппараты с системой контроля сварки. Примером может

служить сварочные головки АДФ-1000 компании ИТС, оборудованные системой слежения и видеонаблюдения за сварочным процессом.

Таким образом, в настоящее время продолжается развитие всех видов сварочных технологий.

2 Объект и методы исследования

2.1 Назначение и условия работы изделия, требования нормативной документации

Объектом исследования является основание подкранового блока, предназначенное для установки на него поворотного крана грузоподъемностью 10 тонн, предназначенного, в свою очередь, для монтажных, строительных и погрузочно-разгрузочных работ.

Общий вид основания подкранового блока представлен на рисунке 2.1.

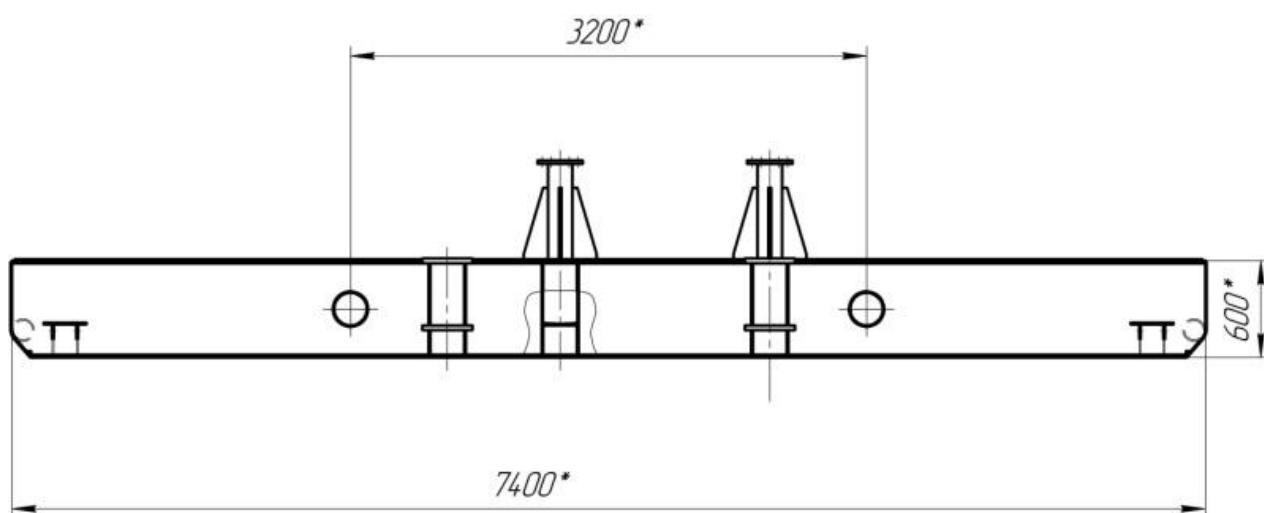


Рисунок 2.1 Общий вид основания

Основание подкранового блока предназначено для эксплуатации в условиях климатических районов I₂-II₂ по ГОСТ 16350-80. Характеристики климатических районов приведены в табл. 2.1.

Климатическое исполнение – УХЛ (для макроклиматических районов с умеренным и холодным климатом), категория размещения при эксплуатации – 1 по ГОСТ 15150-69 – для эксплуатации на открытом воздухе (воздействие совокупности климатических факторов, характерных для данного макроклиматического района).

Таблица 2.1 – Основные критерии климатических районов

Обозначение	Макроклиматический район	Наименование климатического района	Критерий района			
			Средняя месячная температура воздуха		Средняя месячная относительная влажность воздуха в июле в 13 ч, %	Число дней в году с минимальной температурой воздуха ниже минус 45 °С, сут
			январь	июль		
I ₂	Холодный	Холодный	От -30 до -15	От 2 до 25	-	От 1,0 до 10,0
II ₂	Умеренный	Арктический восточный	От -28 до -18	От 0 до 8	Более 80	От 0 до 0,1

Основные характеристики изделия представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Величина
Масса, кг	4050
Габаритные размеры, мм:	
высота	1220
ширина	2660
длина	7416

Основание подкранового блока обеспечивает соблюдение эксплуатационных показателей в период работы крана.

2.2. Требования к сборке конструкций под сварку

Допускаемые отклонения размеров сечения швов сварных соединений от проектных не должны превышать величин, указанных в ГОСТ 5264-80, ГОСТ 14771-76 и 16037-80.

Нормы допустимых дефектов принимать по СНиП III-18-75 и ГОСТ 23055-78.

Для удаления поверхностных дефектов с торца шва механической обработкой разрешается углубляться с уклоном не более 1:20 на свободной кромке с толщиной металла на величину 0,02 ширины свариваемого листа, но не более чем на 8 мм с каждой стороны, без подварки; после обработки торцов швов необходимо закруглять острые грани [3].

Швы сварных соединений конструкции должны быть очищены от шлака, брызг и натеков металла. Приваренные сборочные приспособления надлежит удалять без применения ударных воздействий и повреждения основного металла, а место их приварки зачищать до основного металла с удалением всех дефектов.

По внешнему виду швы сварных соединений должны удовлетворять следующим требованиям [14, 19]:

а) иметь гладкую и равномерно чешуйчатую поверхность и не иметь резкого перехода к основному металлу. В конструкциях, воспринимающих динамические нагрузки, угловые швы должны выполняться с плавным переходом к основному металлу;

б) наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва, не иметь трещин и дефектов, выходящих за допустимые пределы;

в) все кратеры должны быть заварены.

В сварных соединениях не допускаются следующие наружные дефекты:

- трещины всех видов и направлений;
- свищи и пористость наружной поверхности шва;
- подрезы;
- наплывы, прожоги и незаплавленные кратеры;
- смещение и совместный увод кромок свариваемых элементов свыше норм, предусмотренных установленными стандартами;
- несоответствие формы и размеров требованиям стандартов, технических условий или проекта;
- чешуйчатость поверхности и глубина впадин между валиками шва, превышающие допуск на усиление шва по высоте.

В сварных соединениях не допускаются следующие внутренние дефекты:

- трещины всех видов и направлений, в том числе микротрещины, выявленные при микроисследовании;
- свищи;
- смещение основного и плакирующего слоев в сварных соединениях двухслойных сталей выше норм, предусмотренных настоящим стандартом;
- непровары (несплавления), расположенные в сечении сварного соединения.

2.3 Структура и свойства материала изделия

Для изготовления основания подкранового блока применяют низкоуглеродистую сталь марок ВСт3сп и ВСт3пс, низкоуглеродистую низколегированную сталь марки 09Г2С и углеродистую качественную конструкционную сталь марки В20. Химический состав и механические свойства сталей представлены соответственно в таблицах 2.3, 2.4.

Таблица 2.3 – Химический состав сталей, %

Сталь	С	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
	не более			не более						
09Г2С	0,12	0,5-0,8	1,3-1,7	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,08	0,008
ВСт3сп	0,14-0,22	0,12-0,30	0,40-0,65	0,3	0,3	0,3	0,04	0,05	0,08	-
ВСт3пс	0,14-0,22	0,05-0,17	0,40-0,65	0,3	0,3	0,3	0,04	0,05	0,08	-
В20	0,17-0,24	0,17-0,37	0,35-0,65	0,25	0,25	0,25	0,035	0,04	0,08	-

Данные стали имеют мелкозернистую ферритно-перлитную структуру.

При сварке рассматриваемой стали состав металла шва незначительно отличается от состава основного металла. В металле шва меньше углерода для предупреждения образования структур закалочного характера при повышенных скоростях охлаждения. Возможное снижение прочности металла шва, вызванное уменьшением содержания углерода, компенсируется легированием

металла через проволоку, покрытие или флюс марганцем и кремнием. При сварке низколегированных сталей необходимое количество легирующих элементов в металле шва обеспечивается также и путем их перехода из основного металла.

Таблица 2.4 – Механические свойства сталей

Сталь	Временное сопротивление разрыву σ_B , МПа	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, МПа	Относительное удлинение δ , %	Ударная вязкость КСЧ, Дж/см ² при температуре, °С			
				+20	-20	-40	после механического старения
09Г2С	490	345	21	59	-	34	-
ВСт3сп	370-480	245	26	98	29	-	29
ВСт3пс	370-480	245	26	78	39	-	39
В20	412	245	21	110	68	47	-

Повышенные скорости охлаждения металла шва способствуют увеличению его прочности, однако при этом снижаются пластические свойства и ударная вязкость. Это объясняется изменением количества и строения перлитной фазы. Скорость охлаждения металла шва определяется толщиной свариваемого металла, конструкцией сварного соединения, режимом сварки и начальной температурой изделия. Для данной стали критическая скорость охлаждения находится в пределах 1,2–12 °С/с, поэтому образование закалочных структур в металле шва и зоне термического влияния маловероятно.

2.4 Методы проектирования

Методы проектирования, используемые в настоящем проекте, включают теоретический анализ конструкции и условий эксплуатации изделия, предварительные расчеты.

Границами выполняемой работы являются проработка технологического процесса, разработка требований к контролю качества объекта исследования,

разработка мероприятий по контролю качества объекта исследования и разработка и предварительные расчет сборочно-сварочного приспособления.

2.5 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления подкранового блока.

Задачами данного проекта являются: изучение составных деталей изделия, определение марки стали, метода сварки, режимов сварки и сварочные материалы, нормирование операций, разработка технологического процесса, расчет необходимого количества оборудования и численности рабочих.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Для изготовления основания подкранового блока применяют низкоуглеродистую сталь марок ВСтЗсп и ВСтЗпс, низкоуглеродистую низколегированную сталь марки 09Г2С и углеродистую качественную конструкционную сталь марки В20. Рассматриваемая сталь обладает хорошей свариваемостью. Технология ее сварки должна обеспечивать определенный комплекс требований, основные из которых – обеспечение надежности и долговечности конструкции. Важное требование при сварке данной стали – обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом и отсутствие дефектов в сварном шве. Для этого механические свойства металла шва и околошовной зоны, должны быть не ниже нижнего предела соответствующих свойств основного металла.

Для оценки свариваемости сталей воспользуемся формулой (3.1)

Химический эквивалент углерода

$$C_s = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10} \quad (3.1)$$

$C_s < 0,25$ – хорошо свариваемая;

$0,25 < C_s < 0,35$ – удовлетворительно свариваемая;

$0,35 < C_s < 0,45$ – плохо свариваемая;

$C_s > 0,45$ – ограниченно свариваемая.

Величина эквивалента углерода углеродистых марок стали, например, Ст.3, а также стали 10, 20 и низколегированной стали, только с кремнемарганцевой системой легирования, например, марок 17ГС, 17Г1С, 09Г2С, рассчитывается по формуле (3.2).

$$C_s = C + \frac{Mn}{20} \quad (3.2)$$

Cu, Ni, Cr, содержащиеся в сталях как примеси, при подсчете не учитываются.

Сталь 09Г2С:

$$C_s = 0,12 + \frac{1,3}{20} = 0,185 < 0,25$$

– следовательно, данная сталь обладает хорошей свариваемостью.

Сталь ВСт3сп:

$$C_s = 0,14 + \frac{0,4}{20} = 0,16 < 0,25$$

– следовательно, данная сталь обладает хорошей свариваемостью.

Сталь ВСт3пс:

$$C_s = 0,14 + \frac{0,4}{20} = 0,16 < 0,25$$

– следовательно, данная сталь обладает хорошей свариваемостью.

Сталь В20:

$$C_s = 0,17 + \frac{0,35}{20} = 0,188 < 0,25$$

– следовательно, данная сталь обладает хорошей свариваемостью.

Для расчета склонности сталей к образованию холодных трещин можно воспользоваться следующими формулами:

Для $S < 8$ мм:

$$[C]_s = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V + Ti + Nb}{5} + \frac{Cu + Ni}{15} + 15B, \quad (3.3)$$

где С, Мn, Cr, Мо, V, Ti, Ni, Cu, В – содержание, % от массы, в составе металла стали соответственно углерода, марганца, хрома, молибдена, ванадия, ниобия, титана, меди, никеля, бора.

Величина эквивалента углерода углеродистых марок стали, например, Ст.3, а также стали 10, 20 и низколегированной стали, только с

кремнемарганцевой системой легирования, например, марок 17ГС, 17Г1С, 09Г2С, рассчитывается по формуле

$$[C]_э = C + \frac{Mn}{6} \quad (3.4)$$

Cu, Ni, Cr, содержащиеся в сталях как примеси, при подсчете не учитываются.

Величина $[C]_э$ не должна превышать 0,46.

Для $S > 8$ мм:

Эквивалент углерода с учетом толщины определяется по формуле

$$[C]_э = [C]_х + [C]_р, \quad (3.5)$$

где $[C]_х$ – химический эквивалент углерода;

$[C]_р$ – размерный эквивалент углерода;

$$360 \cdot [C]_х = 360 \cdot [C] + 40 \cdot [Mn] + 40 \cdot [Cr] + 20 \cdot [Ni] + 28 \cdot [Mo] \quad (3.6)$$

Величина эквивалента углерода углеродистых марок стали, например, Ст.3, а также стали 10, 20 и низколегированной стали, только с кремнемарганцевой системой легирования, например, марок 17ГС, 17Г1С, 09Г2С, рассчитывается по формуле

$$360 \cdot [C]_х = 360 \cdot [C] + 40 \cdot [Mn] \quad (3.7)$$

Cu, Ni, Cr, содержащиеся в сталях как примеси, при подсчете не учитываются.

$$[C]_р = 0,005 \cdot S \cdot [C]_х, \quad (3.8)$$

где S – толщина стали, мм.

$$[C]_э = [C]_х \cdot (1 + 0,005 \cdot S) \leq 0,45. \quad (3.9)$$

Для расчета склонности стали 09Г2С к образованию холодных трещин воспользуется формулами (3.5–3.9).

$$[C]_х = \frac{360 \cdot 0,12 + 40 \cdot 1,3}{360} = 0,26$$

$[C]_э = 0,26 \cdot (1 + 0,005 \cdot 30) = 0,3 \leq 0,45$ – следовательно, данная сталь не склонна к образованию холодных трещин.

Для расчета склонности сталей ВСтЗсп, ВСтЗпс и В20 к образованию холодных трещин воспользуется формулой (3.4).

Сталь ВСтЗсп:

$[C]_s = 0,14 + \frac{0,4}{6} = 0,21 \leq 0,46$ – следовательно, данная сталь не склонна к образованию холодных трещин.

Сталь ВСтЗпс:

$[C]_s = 0,14 + \frac{0,4}{6} = 0,21 \leq 0,46$ – следовательно, данная сталь не склонна к образованию холодных трещин.

Сталь В20:

$[C]_s = 0,17 + \frac{0,35}{6} = 0,23 \leq 0,46$ – следовательно, данная сталь не склонна к образованию холодных трещин.

Для расчета склонности низколегированных сталей к образованию горячих трещин воспользуемся формулой (3.10).

$$HCS = \frac{\left(C \cdot \left[S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right] \right) \cdot 10^3}{3 \cdot Mn + Cr + Mo + V} < 4 \quad (3.10)$$

Сталь 09Г2С:

$HCS = \frac{\left(0,12 \cdot \left[0,04 + 0,035 + \frac{0,5}{25} + \frac{0,3}{100} \right] \right) \cdot 10^3}{3 \cdot 1,3 + 0,3} = 2,8 < 4$ – следовательно, данная сталь не склонна к образованию горячих трещин.

Анализ литературных данных показывает, что стали с содержанием C_s не более 0,25 хорошо свариваются и не дают трещин при сварке обычным способом, т.е. без предварительного и сопутствующего подогрева и последующей термообработки.

Следовательно, стали марок ВСтЗсп, ВСтЗпс и В20 не склонны к образованию горячих трещин.

На основании всех расчётов можно сказать, что все стали, обладают хорошей свариваемостью и для сварки не требуется специальных технологических приёмов.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Для изготовления основания подкранового блока свойства свариваемого материала, толщина свариваемых деталей, а также пространственное положение изделия позволяют использовать как ручную электродуговую сварку, так и сварку в защитных газах (в частности, полуавтоматическая в среде углекислого газа). Существенный недостаток ручной дуговой сварки металлическим электродом – малая производительность процесса и зависимость качества сварного шва от практических навыков сварщика. Вследствие повышения экономической эффективности в условиях серийного производства (за счет уменьшения потерь сварочных материалов и уменьшения трудоемкости сварочных работ) целесообразно использовать полуавтоматическую сварку в среде углекислого газа или полуавтоматическую сварку самозащитной порошковой проволокой.

Сварка в углекислом газе нашла большое распространение с использованием плавящегося электрода для соединения низкоуглеродистых и низколегированных сталей.

Сварка в CO_2 обладает той особенностью, что ее процесс сопровождается меньшим перегревом расплавленного металла вследствие интенсивного теплоотвода и лучеиспускания.

Стабильное горение дуги, минимальное разбрызгивание и хорошее формирование шва достигается, если сварку в среде углекислого газа ведут на постоянном токе обратной полярности.

Процесс дуговой сварки в атмосфере углекислого газа менее чувствителен к ржавчине на свариваемых кромках по сравнению со сваркой под флюсом. Это обусловлено оттеснением газовой струей влаги, испаряющейся при сварке из ржавчины, и окислительными свойствами газовой среды. Однако подобный эффект достигается при использовании углекислого газа с малым содержанием паров воды.

Учитывая и не допуская выше перечисленные случаи, механические свойства сварных соединений, выполненных полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа, не будут уступать свойствам основного металла.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Для сварки этих сталей рекомендовано использовать кремнемаргановистую сварочную проволоку Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70 с содержанием кремния и марганца исходя из необходимости предотвращения окисления сварочной ванны и выгорания углерода, кремния, марганца и других легирующих элементов. Применение данной проволоки обеспечивает получение более качественных сварных швов, близких по химическому составу и механическим свойствам к основному металлу, а также получение сварных соединений с высокими показателями прочности и пластичности. Химический состав и механические свойства сварочной проволоки Св-08Г2С представлены в табл. 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав проволоки Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70), %

С	Si	Mn	Cr, не более	Ni, не более	S, не более	P, не более
0,05–0,11	0,70–0,95	1,80–2,10	0,20	0,25	0,025	0,030

Таблица 3.2 – Механические свойства наплавленного металла

Временное сопротивлен ие $\sigma_{вр}$, МПа	Относительн ое удлинение δ , %	Ударная вязкость КСU, Дж/см ² , при температуре, °C	
		20 °C	-20 °C
510	22	120	50

В качестве защитного газа рационально применять углекислый газ из-за его невысокой стоимости и высокого качества защиты шва при правильно подобранных параметрах режима сварки.

Жидкая двуокись углерода – бесцветная жидкость без запаха. Двуокись углерода нетоксична, невзрывоопасна.

По физико-химическим показателям жидкая двуокись углерода должна соответствовать нормам, указанным в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Физико-химические показатели жидкой двуокиси углерода

Наименование показателя	Норма	
	Высший сорт	1-й сорт
1. Объемная доля двуокиси углерода (CO ₂), %, не менее	99,8	99,5
2. Массовая концентрация минеральных масел и механических примесей, мг/кг, не более	0,1	0,1
3. Массовая концентрация водяных паров при температуре 20 °С и давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), г/м ³ , не более что соответствует температуре насыщения двуокиси углерода водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) при температуре 20 °С, не выше	0,037 Минус 48	0,184 Минус 34

3.2 Расчёт технологических режимов

Режимы сварки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла, типа соединения, формы разделки кромок, пространственного положения шва.

Основными параметрами режима сварки являются: сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, диаметр электрода, расход газа.

Расчет режимов сварки стыкового соединения С2 для продольной балки толщиной 4,5 мм.

1. Задаем требуемую глубину провара:

$$h_1 = S, \text{ мм} \quad (3.11)$$

2. Сила сварочного тока определяется по формуле (3.12):

$$I_{св} = \frac{h_1}{k_h} \cdot 100 (A) \quad (3.12)$$

где k_h – коэффициент пропорциональности, зависящий от рода тока и его полярности, от $dэ$ и от способа защиты дуги, мм/100 А.

Для $dэ = 1,2$ мм $k_h = 2,1$ мм/100 А.

$$I_{св} = \frac{4,5}{2,1} \cdot 100 = 210 \text{ А}$$

3. Скорость сварки определяется по формуле (3.13):

$$V_{св} = \frac{A}{36 \cdot I_{св}} \text{ (см/с)}, \quad (3.13)$$

где A – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, А/м·ч.

Для $dэ = 1,2$ мм $A = (2 \div 5) \cdot 103$ А/м·ч.

$$V_{св} = \frac{4000}{36 \cdot 210} = 0,53 \text{ см/с} = 19 \text{ м/ч}$$

4. Напряжение на дуге определяется по формуле (3.14):

$$U_d = 20 + \left(\frac{0,05}{d_{э}^{0,5}} \right) \cdot I_{св} \pm 1 \text{ (В)} \quad (3.14)$$

$$U_d = 20 + \left(\frac{0,05}{1,2^{0,5}} \right) \cdot 210 \pm 1 = 30 \pm 1 \text{ В}$$

5. Погодная энергия определяется по формуле (3.15):

$$g_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{св}} \text{ (Дж/см)}, \quad (3.15)$$

где η – КПД.

Для полуавтоматической сварки в среде CO_2 $\eta = 0,75$.

$$g_n = \frac{210 \cdot 30 \cdot 0,75}{0,53} = 8915 \text{ Дж/см}$$

6. Коэффициент формы провара определяется по формуле (3.16):

$$\psi_{np} = k' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{cв}) \cdot \frac{d_3 \cdot U_d}{I_{cв}}, \quad (3.16)$$

где k' – коэффициент:

- для постоянного тока обратной полярности и $j < 120 \text{ А/мм}^2$ $k' = 0,367 \cdot j^{0,1925}$

- для постоянного тока обратной полярности и $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ $k' = 0,92$.

7. Допускаемая плотность тока определяется по формуле (3.17):

$$j = \frac{4 \cdot I_{cв}}{\pi \cdot d_3^2} \text{ (А/мм}^2\text{)} \quad (3.17)$$

$$j = \frac{4 \cdot 210}{\pi \cdot 1,2^2} = 186 \text{ А/мм}^2$$

Т.к. $j = 186 \text{ А/мм}^2$, тогда $k' = 0,92$.

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 210) \cdot \frac{1,2 \cdot 30}{210} = 2,67$$

8. Расчетная глубина провара определяется по формуле (3.18):

$$h_1 = 0,0086 \cdot \sqrt{\frac{g_n}{\psi_{np}}} \text{ (см)} \quad (3.18)$$

$$h_1 = 0,0086 \cdot \sqrt{\frac{8915}{2,67}} = 0,5 \text{ см} = 5 \text{ мм}.$$

9. Ширина шва определяется по формуле (3.19):

$$b = \psi_{np} \cdot h_1 \text{ (см)} \quad (3.19)$$

$$b = 2,67 \cdot 0,5 = 1,3 \text{ см} = 13 \text{ мм}.$$

10. Высота наплавки определяется по формуле (3.20):

$$g_1 = (1,35 \dots 1,40) \cdot \frac{F_n}{b} \text{ (см)}, \quad (3.20)$$

где $F_n = \frac{\alpha_p \cdot I_{cв}}{100 \cdot \gamma \cdot V_{cв}} \text{ (см}^2\text{)}, \quad (3.21)$

где α_p – коэффициент расплавления:

- для постоянного тока обратной полярности $\alpha_p = 11,6 \pm 0,4 \text{ (г/А} \cdot \text{ч)}$

$$F_n = \frac{12 \cdot 210}{100 \cdot 7,85 \cdot 19} = 0,17 \text{ см}^2$$

$$g_1 = 1,35 \cdot \frac{0,17}{1,3} = 0,18 \text{ см} = 1,8 \text{ мм}.$$

2. Расчет режимов сварки таврового соединения Т1-Δ6 для продольной балки толщиной 8,7 мм.

При расчете режима сварки технолог должен обеспечить получение катета шва, назначенного конструктором при расчете прочности или по конструктивным соображениям.

По заданному катету шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла при получении плоского шва:

$$F_n = k^2 / 2 \text{ (см}^2\text{)} \quad (3.22)$$

$$F_n = 0,6^2 / 2 = 0,18 \text{ см}^2$$

Выбрав диаметр электрода по допускаемой плотности, определяем величину сварочного тока и скорость сварки, обеспечивающую при данной величине сварочного тока требуемую площадь наплавки F_n .

Сила сварочного тока определяется по формуле (3.23):

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j, \text{ (А)} \quad (3.23)$$

где $d_э$ – диаметр электрода (стержня), мм;

j – допускаемая плотность тока, А/мм².

Для $d_э = 1,2$ мм $j = (115 \div 220)$ А/мм².

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot 1,2^2}{4} \cdot 160 = 180 \text{ А}$$

Скорость сварки определяется по формуле (3.24):

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n} \text{ (см/с)}, \quad (3.24)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А·ч;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход, см³.

$$V_{св} = \frac{12 \cdot 180}{3600 \cdot 7,85 \cdot 0,18} = 0,42 \text{ см/с} = 15 \text{ м/ч}$$

Определим напряжение на дуге по формуле (3.14):

$$U_d = 20 + \left(\frac{0,05}{1,2^{0,5}} \right) \cdot 180 \pm 1 = 28 \pm 1 \text{ В}$$

Определим погодную энергию по формуле (3.15):

$$g_n = \frac{180 \cdot 28 \cdot 0,75}{0,42} = 9000 \text{ Дж/см}$$

Определим допускаемую плотность тока по формуле (3.17):

$$j = \frac{4 \cdot 180}{\pi \cdot 1,2^2} = 160 \text{ А/мм}^2$$

Т.к. $j = 160 \text{ А/мм}^2$, тогда $k' = 0,92$.

Определи коэффициент формы провара по формуле (3.16):

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 180) \cdot \frac{1,2 \cdot 28}{180} = 2,95$$

Определим расчетную глубину провара по формуле (3.18):

$$h_1 = 0,0086 \cdot \sqrt{\frac{9000}{2,95}} = 0,48 \text{ см} = 4,8 \text{ мм.}$$

Расчет остальных сварных соединений выполняется аналогично.

Режимы полуавтоматической сварки в CO_2 тавровых и стыковых соединений представлены в соответственно в таблице 3.10 и 3.11.

3.3 Выбор основного оборудования

Аппарат Invertes V350-Pro позволяет вести сварку сплошной проволокой в импульсном режиме, в режиме серии коротких замыканий, капельный перенос металла, а также режим сварки на постоянной мощности, дающий высокое качество сварных соединений.

Технические характеристики источника питания приведены в табл. 3.4.

Данный источник питания рекомендуется использовать с подающим механизмом LN-25 (The Lincoln Electric).

Главная особенность модели LN-25, наряду с мобильностью, – схема зависимой подачи проволоки, позволяющая использовать этот механизм без

управляющего кабеля при питании от источников как с жесткой, так и с падающей ВАХ.

Таблица 3.4 – Технические характеристики источника питания Invertec V350-Pro

Сеть питания	Номинальный ток/ номинальное напряжение/ ПВ	Диапазон сварочного тока	Вес, кг	Габаритные размеры (В×Ш×Г), мм
220В; 380В 3 фазы, 50/60Гц	350А / 34В / 60% 275А / 31В / 100%	5А - 425А	35	380×265×560

Технические характеристики механизма подачи сварочной проволоки LN-25 приведены в табл. 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики механизма подачи сварочной проволоки LN-25

Скорость подачи, м/мин	Номинальный ток/ПВ	Диаметр проволоки	Вес, кг	Габаритные размеры (В×Ш×Г), мм
1,3–17,8	300А / 60%	0,6–2,0	12,7	355×190×535

Применение источника питания Invertec V350-Pro с механизмом подачи сварочной проволоки LN-25 способствует получению оптимальных режимов сварки при относительно низкой стоимости.

Подающий механизм LN-25 (The Lincoln Electric) рекомендуется использовать с горелкой Magnum 300.

Для источника питания типа Invertec V350-Pro (The Lincoln Electric) с подающим механизмом LN-25 (The Lincoln Electric) рекомендуется использовать сварочный кабель и кабель заземления с зажимом сечением 67,4 мм². Кабели рассчитаны на ток 350А при 60% ПВ.

Технические характеристики горелки Magnum 300 в табл. 3.6.

Таблица 3.6 – Технические характеристики горелки Magnum 300

Модель	Ток, А	Диаметр проволоки, мм	Длина кабеля, м
Magnum 300	300	0,9–1,2	3,0

3.4 Выбор оснастки

Наиболее важным узлом полуавтомата является горелка. С ее помощью возбуждается дуга, осуществляется формирование и направление струи защитного газа. В горелке закреплен токоподводящий наконечник для направления электродной проволоки и подвода к ней тока.

Горелка – сменный инструмент и от ее конструкции во многом зависит работоспособность сварочного аппарата в целом. Конструкция сварочной горелки должна обеспечивать безопасность работы, стабильность процесса сварки, эффективную газовую защиту зоны сварки, наименьшее налипание расплавленного металла на сопло, легкую смену изнашивающихся деталей. Горелка должна быть прочной, удобной в работе и соответствовать требованиям промышленной эстетики.

Для предотвращения обгорания корпус горелки должен быть электрически изолирован от мундштука. Для уменьшения налипания брызг расплавленного металла сопло горелки должно иметь хорошее охлаждение.

Эксплуатационные качества горелок для дуговой сварки плавящимся электродом в большей мере определяются качеством токоподводящего наконечника и, прежде всего, его износостойкостью. При прохождении электродной проволоки наконечники быстро изнашиваются, в результате чего нарушается электрический контакт и ухудшается постоянство процесса сварки. Поэтому чаще используют наконечники из меди МЗ с твердостью по Винкерсу 85–90 кгс/мм².

Для подачи проволоки и перемещения сварочной дуги при механизированной сварке в среде углекислого газа используем сварочную горелку BINZEL RF-36 фирмы «ABICOR BINZEL» с евроразъёмом. Данная горелка позволяет использовать сварочную проволоку диаметром 1,0–1,6 мм. При этом допустимая сила тока составляет 360 А при ПН = 60%.

Для хранения и транспортировки сварочной углекислоты используем углекислотные баллоны емкостью 40 литров изготавливаются из стали марки – 30ХГСА, техническая характеристика которых представлена в табл. 3.7.

Таблица 3.7 – Техническая характеристика углекислотных баллонов

Наименование характеристики	Величина
Диаметр цилиндра, мм	219
Емкость, л	40
Высота, мм	1755
Вес баллона, кг	65
Рабочее давление, МПа	19,6

Регулятор расхода газа предназначен для понижения давления газа, поступающего из баллона, и автоматического поддержания постоянным заданного расхода. Регуляторы изготавливаются по ГОСТ 15150-69. Техническая характеристика регулятора У-30П-2 представлена в табл. 3.8.

Таблица 3.8 – Техническая характеристика регулятора углекислотного У-30П-2

Наименование характеристики	Величина
Редуцируемый газ	углекислый
Давление газа на входе, МПа:	
наибольшее	10
наименьшее	0,8
Наибольшая пропускная способность, м ³ /ч	1,8
Напряжение питания электроподогревателя, В	36
Диаметр расходных шайб, мм:	
№1	0,6
№2	1,0
Габаритные размеры, мм	190 × 200 × 160
Масса, кг	2,5

В качестве обратного провода (массы), а также кабеля управления необходимо использовать гибкий медный провод с резиновой изоляцией марки КОГ1 сечением 10–16 мм².

3.5 Составление структуры сборки. Определение рациональной степени разбиения конструкции на сборочные единицы.

С учетом минимальных затрат рабочей силы, времени и вспомогательных материалов сварную конструкцию необходимо расчленить на сборочные узлы (рис. 3.1).

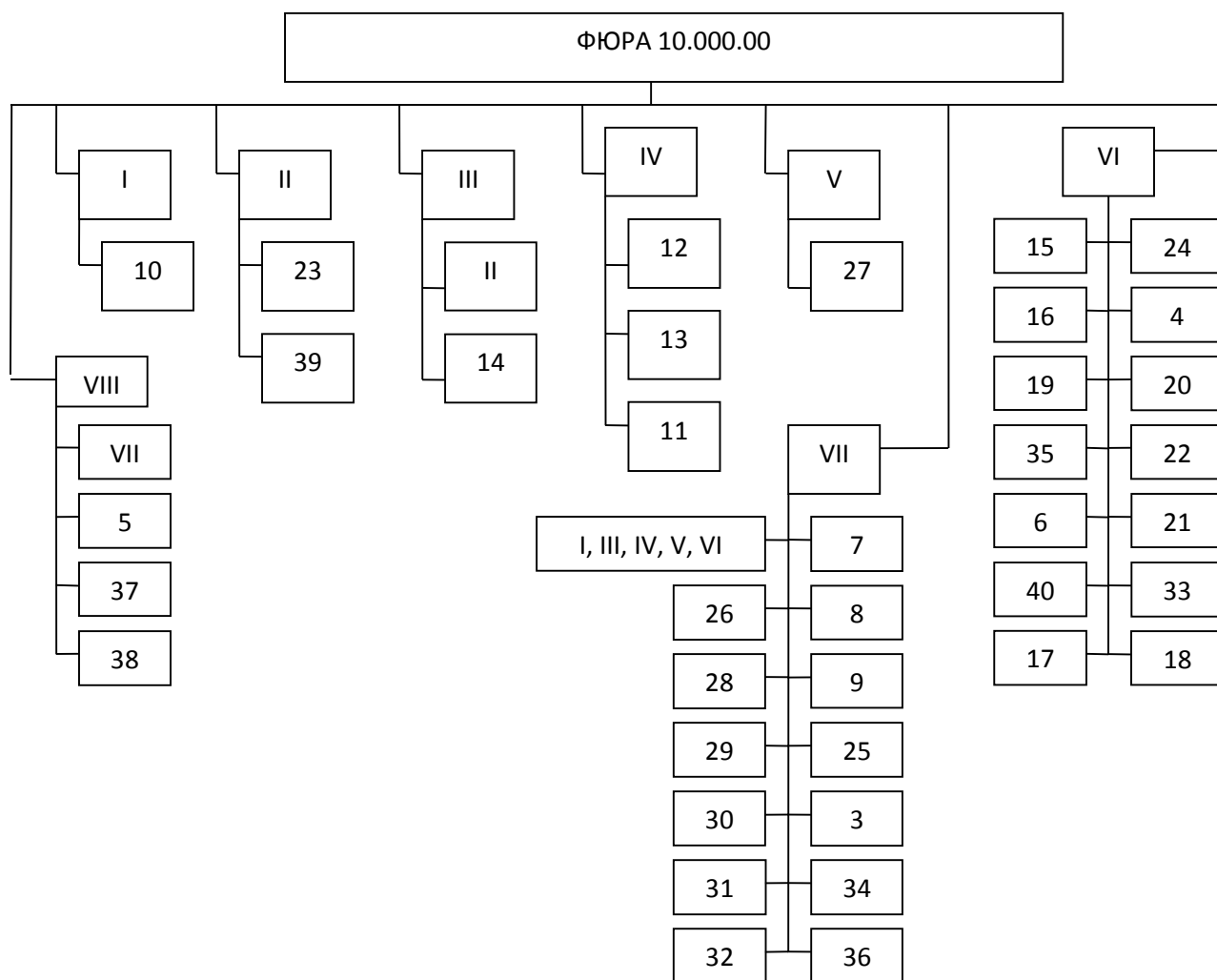


Рисунок 3.1 Структура основания подкранового блока

Сборка и сварка узлов основания подкранового блока, представленных на рис. 3.1, выполняется по разметке и ведется на технологических плитах. При сборке и сварке используются различные зажимные приспособления (струбцины, винтовые прижимы). Для транспортировки и кантования деталей и узлов используют кран мостовой и грузовые канатные стропы с концевыми захватными элементами - стропальными коваными крюками. Разметку деталей выполняют с помощью линейки, рулетки, угольника и чертилки. По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака, окалины, брызг.

Узел I – 3 шт. («коробка») представляет собой конструкцию из сваренных между собой поперченных балок поз. 10 – 6 шт.

Узел II – 4 шт. (патрубок) представляет собой конструкцию из сваренных между собой стойки поз. 23 – 4 шт. и заглушки поз. 39 – 4 шт. швом T1-Δ6 по замкнутому контуру.

Узел III – 2 шт. (балка поперечная) состоит из узла II – 4 шт. (патрубка) и поперечины поз. 14 – 2 шт. Сборку ведут по разметке путем установки патрубка на поперечину. Сварку выполняют швом T1-Δ6 по замкнутому контуру.

Узел IV – 4 шт. (подножка) состоит из уголков поз. 11 – 4 шт., поз. 13 – 4 шт. и пластины поз. 12 – 4 шт. Сварку пластины выполняют с двух сторон швами C2 и T1-Δ6.

Узел V – 1 шт. (балка продольная) состоит из двух продольных балок поз. 27 – 2 шт. Сварку продольных балок между собой выполняют швом C2 обратноступенчатым способом от середины к краям.

Узел VI – 2 шт. (основание с ребрами жесткости) состоит из основания поз. 4 – 1 шт., поз. 24 – 1 шт., ребра поз. 20 – 8 шт., поз. 21 – 4 шт., поз. 33 – 4 шт., поз. 16 – 8 шт., поз. 35 – 4 шт., 18 – 16 шт., трубы поз. 22 – 2 шт., накладки поз. 15 – 4 шт., 17 – 4 шт., проушины поз. 19 – 4 шт., поз. 6 – 4 шт., технологической распорки поз. 40 – 4 шт.

Узел VII – 1 шт. (рама) состоит из узлов I – 3 шт., III – 2 шт., IV – 4 шт., V – 1 шт., VI – 2 шт., поперечной балки поз. 7 – 6 шт., поз. 26 – 1 шт., продольной балки поз. 8 – 4 шт., поз. 9 – 2 шт., поз. 25 – 1 шт., пластины поз. 3 – 4 шт., поз. 36 – 1 шт., поз. 28 – 1 шт., 29 – 2 шт., 30 – 2 шт., 31 – 1 шт., 32 – 1 шт., ребра поз. 34 – 12 шт.

Узел VIII – 1 шт. (основание подкранового блока) состоит из узла поз. 7 – 1 шт., настила поз. 5 – 2 шт., поз. 37 – 1 шт., поз. 38 – 1 шт. Сварку пластины выполняют с двух сторон швами С2 и Т1-Δ6. Сварку настила с рамой выполняют прерывистыми швами Н1-Δ4-100/300 и Т1-Δ4-100/300.

3.6 Визуальный и измерительный контроль

Для осуществления контроля качества сварных швов основания необходимо использовать визуально-измерительный метод. Использование физических методов контроля (радиографического и ультразвукового) не представляется целесообразным ввиду наличия конструктивных непроваров запроектированных сварных соединений (Т1, Т3, Н1), а также ограниченного доступа к сварным швам.

Визуально-измерительный контроль служит для определения наружных дефектов в сварных швах и производится невооруженным глазом либо с помощью лупы 10-кратного увеличения, размеры сварного шва и дефектных участков определяются измерительным инструментом и специальными шаблонами [13].

3.6.1 Требования к выполнению визуального и измерительного контроля

Визуальный и измерительный контроль сварных соединений (наплавки) выполняется при производстве сварочных (наплавочных) работ и на стадии приемосдаточного контроля готовых сварных соединений. В случае если контролируется многослойное сварное соединение, визуальный контроль и

регистрация его результатов могут проводиться после выполнения каждого слоя (послойный визуальный контроль в процессе сварки).

Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется в случае невозможности проведения ультразвукового или радиационного контроля, а также по требованию Заказчика или в соответствии с ПТД.

Послойный визуальный контроль в процессе сварки выполняется с целью выявления недопустимых поверхностных дефектов (трещин, пор, включений, прожогов, свищей, усадочных раковин, несплавлений, грубой чешуйчатости, западаний между валиками, наплывов) в каждом слое (валике) шва. Выявленные при контроле дефекты подлежат исправлению перед началом сварки последующего слоя (валика) шва. По требованию Заказчика или в соответствии с ПТД сварные соединения, выполненные с послойным визуальным контролем, подлежат дополнительно контролю капиллярной или магнитопорошковой дефектоскопией на доступных участках.

В выполненном сварном соединении визуально следует контролировать:

- отсутствие (наличие) поверхностных трещин всех видов и направлений;
- отсутствие (наличие) на поверхности сварных соединений дефектов (пор, включений, скоплений пор и включений, отслоений, прожогов, свищей, наплывов, усадочных раковин, подрезов, непроваров, брызг расплавленного металла, западаний между валиками, грубой чешуйчатости, а также мест касания сварочной дугой поверхности основного материала);
- качество зачистки металла в местах приварки временных технологических креплений, гребенок индуктора и бобышек крепления термоэлектрических преобразователей (термопар), а также отсутствие поверхностных дефектов в местах зачистки;
- качество зачистки поверхности сварного соединения изделия (сварного шва и прилегающих участков основного металла) под последующий контроль неразрушающими методами (в случае если такой контроль предусмотрен ПТД);

- наличие маркировки (клеймения) шва и правильность ее выполнения.

В выполненном сварном соединении измерениями необходимо контролировать:

- размеры поверхностных дефектов (поры, включения и др.), выявленных при визуальном контроле;
- высоту и ширину шва, а также вогнутость и выпуклость обратной стороны шва в случае доступности обратной стороны шва для контроля;
- высоту (глубину) углублений между валиками (западания межваликовые) и чешуйчатости поверхности шва;
- подрезы (глубину и длину) основного металла;
- отсутствие непроваров (за исключением конструктивных непроваров) с наружной и внутренней стороны шва;
- размеры катета углового шва;
- отсутствие переломов осей сваренных цилиндрических элементов.

Измеряемые параметры и требования к выполнению измерительного контроля сварных швов приведены на рис. 3.2 и в табл. 3.9.

Таблица 3.9 – Требования к измерениям сварных швов

Контролируемый параметр	Условное обозначение (рис. 8)	Номер рисунка	Средства измерений. Требования к измерениям
1	2	3	4
1. Ширина шва	e, e1	3.1, а, в	Штангенциркуль или шаблон универсальный.
2. Высота шва	q, q1	3.1, а, в	То же
3. Выпуклость обратной стороны шва	q1	3.1, а, в	Штангенциркуль.
4. Вогнутость обратной стороны шва	q2	3.1, б	Штангенциркуль, в том числе модернизированный. Измерения в 2–3 местах в зоне максимальной величины
5. Глубина подреза (неполного заполнения разделки)	b2, b3	3.1, г	Штангенциркуль, в том числе модернизированный. Приспособление для измерения глубины подрезов
6. Катет углового шва	K, K1	3.1, ж	Штангенциркуль или шаблон.
7. Чешуйчатость шва	Δ1	3.1, д	Штангенциркуль, в том числе модернизированный. Измерения не менее чем в 4 точках по длине шва

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4
8. Глубина западаний между валиками	$\Delta 2$	3.1, д	То же
9. Размеры (диаметр, длина, ширина) одиночных несплошностей	dg, lg, bg	3.1, е	Лупа измерительная. Измерению подлежит каждая несплошность

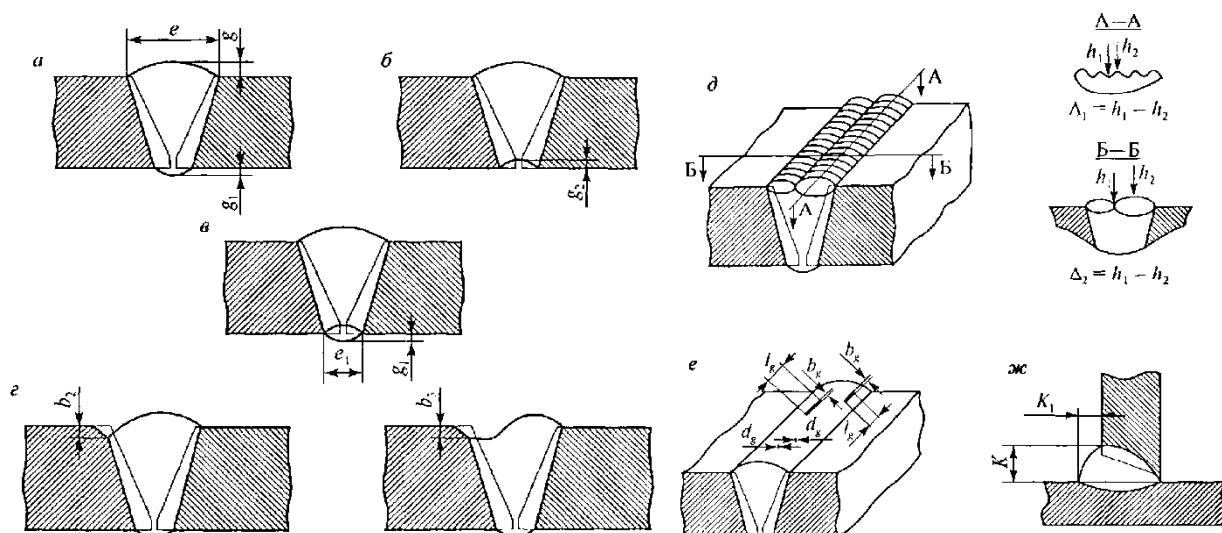


Рисунок 3.2 Конструктивные элементы и дефекты сварного шва, подлежащие измерительному контролю: а, б – размеры (ширина, высота) стыкового одностороннего шва с наружной и внутренней стороны; в – то же двухстороннего сварного шва; г – подрез и неполное заполнение разделки кромок; д – чешуйчатость ($\Delta 1$) шва и западание между валиками шва ($\Delta 2$); е – размеры поверхностных включений (диаметр – dg; длина – lg; ширина – bg включения); ж – размеры катета шва углового (таврового, нахлесточного) соединения

Измерительный контроль геометрических размеров сварного соединения (конструктивных элементов сварных швов, геометрического положения осей или поверхностей сваренных деталей, углублений между валиками и чешуйчатости поверхности шва, выпуклости и вогнутости корня односторонних швов и т.д.) следует проводить в местах, указанных в рабочих чертежах, НД, ПТД или ПДК, а также в местах, где допустимость указанных показателей вызывает сомнения по результатам визуального контроля.

При контроле стыковых сварных соединений труб наружным диаметром до 89 мм включительно с числом однотипных соединений более 50 на одном изделии допускается определение размеров шва выполнять на 10–20 % соединений в одном–двух сечениях, при условии, что при визуальном контроле, которому подвергают все соединения, нет сомнений в части отклонения размеров (ширина, высота) шва от допуска.

При измерительном контроле наплавленного антикоррозионного покрытия его толщину на цилиндрических поверхностях проводить не менее чем через 0,5 м в осевом направлении и через каждые 60° по окружности при ручной наплавке и 90° при автоматической наплавке.

На плоских и сферических поверхностях проводят не менее одного замера на каждом участке размером до 0,5 × 0,5 м при автоматической наплавке.

При контроле угловых швов сварных соединений катеты сварного шва измеряют с помощью специальных шаблонов. Определение размеров высоты, выпуклости и вогнутости углового шва выполняется расчетным путем и только в тех случаях, когда это требование предусмотрено конструкторской документацией. Измерение выпуклости, вогнутости и высоты углового шва проводится с помощью шаблонов, например шаблоном В.Э. Ушерова-Маршака.

Измерение глубины западаний между валиками при условии, что высоты валиков отличаются друг от друга, выполняют относительно валика, имеющего меньшую высоту. Аналогично определяют и глубину чешуйчатости валика (по меньшей высоте двух соседних чешуек).

Измерительный контроль сварных соединений и наплавов (высота и ширина сварного шва, толщина наплавки, размеры катетов угловых швов, западания между валиками, чешуйчатость шва, выпуклость и вогнутость корневого шва, величина перелома осей соединяемых цилиндрических элементов, форма и размеры грата и т.д.), следует выполнять на участках шва,

где допустимость этих показателей вызывает сомнение по результатам визуального контроля, если в НД и ПТД не содержится других указаний.

Выпуклость (вогнутость) стыкового шва оценивается по максимальной высоте (глубине) расположения поверхности шва от уровня расположения наружной поверхности деталей. В том случае, когда уровни поверхностей деталей одного типоразмера (диаметр, толщина) отличаются друг от друга, измерения следует проводить относительно уровня поверхности детали, расположенной выше уровня поверхности другой детали.

Измерения чешуйчатости и западений между валиками шва, глубины и высоты углублений (выпуклостей) в сварном шве и металле разрешается определять по слепку, снятому с контролируемого участка. Для этого применяют пластилин, воск, гипс и другие материалы. Измерения проводят с помощью измерительной лупы или на микроскопе после разрезки слепка механическим путем.

Сварные швы должны соответствовать требованиям РД 36-62-00 «Оборудование грузоподъемное. Общие технические требования».

Визуальному контролю и измерению для выявления наружных дефектов должны подвергаться все швы сварных соединений.

Визуальному контролю подвергают поверхности швов и прилегающие к ним участки сваренных металлоконструкции шириной не менее 20 мм по обе стороны от шва, зачищенные от шлака, брызг, натеков металла и прочих загрязнений.

Визуальным контролем и измерением проверяют взаиморасположение сварных деталей и сборочных единиц, неперпендикулярность осей, смещение кромок сваренных элементов, размеры и формы швов.

При этом отклонения не должны превышать величин, указанных в рабочих чертежах, стандартах на конкретные грузоподъемные машины, а также ГОСТ 14771-80.

Если при изготовлении грузоподъемных машин применены другие виды сварки, то отклонения размеров швов не должны превышать величин, допустимых стандартами на эти виды сварки.

Визуальный контроль сварных соединений проводится невооруженным глазом или с помощью оптических приборов.

Расчетные соединения должны осматриваться с применением лупы десятикратного увеличения.

При внешнем осмотре выявляются наплывы, подрезы, прожоги, незаваренные кратеры, наружные трещины швов и околошовной зоны, непровары корня шва, пористость.

Измерение размеров швов, указанных в конструкторской документации, должно проводиться с помощью шаблонов или универсального измерительного инструмента.

Швы сварных соединений должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь гладкую или мелкочешуйчатую поверхность и плавный переход к основному металлу. Неровность шва не должна превышать 0,5 мм для легкодоступных швов и 1 мм для труднодоступных;
- наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва, не иметь скоплений и цепочек поверхностных опор и шлаковых включений, прожогов и свищей;
- все кратеры должны быть заварены.

В сварных соединениях не допускаются трещины всех видов и направлений, расположенные в швах и околошовной зоне, в том числе и микротрещины.

В сварных швах соединений не допускаются:

- непровары на поверхности по сечению швов в соединениях, доступных сварке с двух сторон, глубиной более 5 % толщины основного металла, если толщина не превышает 40 мм и более 2 мм, если толщина

основного металла превышает 40 мм. Длина непровара должна быть не более 50 мм и общая длина участка непровара не более 200 мм на 1 м шва;

- непровары в корне шва в соединениях, доступных сварке только с одной стороны, без подкладок, глубиной более 15 % толщины основного металла, если эта толщина не превышает 20 мм, и более 3 мм, если толщина основного металла превышает 20 мм;
- размеры отдельных шлаковых включений или пор, либо скоплений их по глубине шва более 10 % при толщине свариваемого металла до 20 мм и более 3 мм при толщине свариваемого металла свыше 20 мм;
- шлаковые включения, расположенные цепочкой или сплошной линией вдоль при суммарной их длине, превышающей 200 мм на 1 м шва;
- скопления газовых пор в отдельных участках шва в количестве более 5 на 1 см² площадки шва;
- суммарная величина непроваров, шлаковых включений и пор, расположенных отдельно или цепочкой, превышающая в рассматриваемом сечении при двусторонней сварке 10 % толщины свариваемого металла, или 2 мм; при односторонней сварке без подкладок превышающая 15 %, или 3 мм;
- подрезы и наплывы.

3.7 Техническое нормирование операций

Количество наплавленного металла подсчитывается по формуле (3.25):

$$G_n = \frac{7,85 \cdot F \cdot L}{1000}, \quad (3.25)$$

где G_n – количество наплавленного металла, кг;

L – длина шва, см;

F – площадь сечения шва, см²;

7,85 – плотность наплавленного металла, г/см³.

Расход электродной проволоки при сварке в углекислом газе подсчитывают по формуле (3.26):

$$G_3 = 1,15 \cdot G_H, \quad (3.26)$$

где G_3 – расход электродной проволоки, кг.

1,15 – коэффициент, учитывающий расход проволоки на наладку режима, вывод кратера шва, остаток концов в бухте, обрывы дуги и прочие потери;

G_H – количество наплавленного металла, кг.

Расход углекислого газа $G_{y.e.}$ находим по формуле:

$$G_{y.e.} = 1,5 \cdot G_3, \quad (3.27)$$

где 1,5 – коэффициент расхода углекислого газа;

G_3 – количество наплавленного металла, кг.

Площади сечения швов определяем по сборнику «Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов».

Норма штучного времени рассчитывается по формуле (3.28):

$$T_{шт} = [(t_o + t_{ви}) \cdot l + t_{ви}] \cdot K_{1-n}, \quad (3.28)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

t_o – основное время, мин;

$t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное со сваркой шва, мин;

l – длина шва, м;

$t_{ви}$ – вспомогательное время, связанное с изделием и типом оборудования, которое включает затраты: на клеймение шва, на установку и снятие щитов, на крепление, перемещение, установку, снятие и поворот изделий, на перемещение сварщика в процессе работы, на намотку сварочной проволоки в кассете;

K_{1-n} – поправочные коэффициенты на измененные условия работы.

Норма времени на сварку детали рассчитывается по формуле:

$$H_{вр} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} \text{ мин}, \quad (3.29)$$

где $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, которое включает затраты времени на получение задания и сварочного материала, ознакомление с работой, получение и сдачу инструмента и приспособлений, подготовку

оборудования и приспособлений к работе, настройку автомата или полуавтомата на заданный режим, установление и опробование режимов сварки, сдачу работы, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

Нормативы времени, представленные в формулах (3.29 и 3.29) определяем по сборнику «Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов».

Нормативы времени представленные в сборнике предназначены для расчета технически обоснованных норм времени на полуавтоматическую, автоматическую и ручную дуговую сварку в среде защитных газов углеродистых, низколегированных, легированных, высоколегированных и титановых сталей и цветных сплавов на предприятиях машиностроения в условиях крупносерийного, среднесерийного, мелкосерийного и единичного типов производства.

Вспомогательное время, приведенное в сборнике, дано с учетом времени на обслуживание рабочего места, на отдых и личные потребности.

Нормативы, приведенные в сборнике, на автоматическую и полуавтоматическую дуговую сварку рассчитаны для условий крупносерийного и серийного типов производства. Для мелкосерийного типа производства следует применять поправочный коэффициент 1,2, для единичного производства – 1,3.

Площади сечения швов (табл. 3.10) определяем по сборнику «Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов».

Таблица 3.10 – Площади сечения швов

Тип шва	Катет шва, мм	Толщина металла, мм	Площадь сечения, мм ²	Количество проходов	Длина швов, мм
1	2	3	4	5	6
H1	4	-	12,1	1	3950

Продолжение таблицы 3.10

1	2	3	4	5	6
H1	4-100/300	-	12,1	1	24840
T1	6	-	30,7	2	13870
T1	4-100/300	-	12,1	1	6260
У4	-	8	22,2	1	800
C2	-	10	19,7	1	3850
T1	4	-	12,1	1	4770
T3	6	-	61,4	4	27980
T6	-	16	201,8	4	4760
C8	-	16	132,1	3	540
НШ, см. Ц-Ц (H1)	8	-	51,7	2	480
НШ, см. У (C8)	-	8	37,2	2	800
НШ, см. М-М (У4)	6	-	30,7	2	800
НШ, см. К (C9)	-	17	174,1	4	1240
НШ, см. И-И (У4)	6	-	30,7	2	600
НШ, см. П-П (C8)	-	13,5	102,8	3	270
T1	6	-	30,7	2	1800
НШ, см. С-С (C2)	-	13,5	19,7	1	3980
НШ, см. Ф-Ф (C8)	-	7,6	37,2	2	92
T1	4-20/50	-	12,1	1	720

3.8 Материальное нормирование

Определим количество наплавленного металла для сварных соединений по формуле (3.25):

$$\text{Н1-}\Delta 4: G_{\text{н}} = \frac{7,85 \cdot 0,121 \cdot 395}{1000} = 0,38 \text{ кг};$$

$$\text{Н1-}\Delta 4\text{-}100/300: G_{\text{н}} = \frac{7,85 \cdot 0,121 \cdot 2484}{1000} = 2,36 \text{ кг};$$

$$\text{T1-}\Delta 6: G_{\text{н}} = \frac{7,85 \cdot 0,307 \cdot 1387}{1000} = 3,34 \text{ кг}.$$

Расчеты остальных сварных соединений выполняются аналогично.

Определим расход электродной проволоки по формуле (3.26):

$$\text{Н1-}\Delta 4: G_{\text{э}} = 1,15 \cdot 0,38 = 0,44 \text{ кг};$$

$$\text{Н1-}\Delta 4\text{-}100/300: G_{\text{э}} = 1,15 \cdot 2,36 = 2,71 \text{ кг};$$

$$\text{T1-}\Delta 6: G_{\text{э}} = 1,15 \cdot 3,34 = 3,84 \text{ кг}.$$

Расчеты остальных сварных соединений выполняются аналогично.

Определим расход углекислого газа по формуле (3.27):

$$\text{Н1-}\Delta 4: G_{\text{у.г.}} = 1,5 \cdot 0,44 = 0,66 \text{ кг};$$

$$\text{Н1-}\Delta 4\text{-}100/300: G_{\text{у.г.}} = 1,5 \cdot 2,71 = 4,07 \text{ кг};$$

$$\text{T1-}\Delta 6: G_{\text{у.г.}} = 1,5 \cdot 3,84 = 5,76 \text{ кг}.$$

Расчеты остальных сварных соединений выполняются аналогично.

Результаты расчетов представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Расход сварочных материалов

Тип шва	Катет шва, мм	Толщина металла, мм	Количество наплавленного металла, кг	Расход электродной проволоки, кг	Расход углекисл ого газа, кг
1	2	3	4	5	6
Н1	4	-	0,38	0,66	0,66
Н1	4-100/300	-	2,36	2,71	4,07
T1	6	-	3,34	3,84	5,76
T1	4-100/300	-	0,59	0,68	1,02
У4	-	8	0,14	0,16	0,24
С2	-	10	0,6	0,69	1,04
T1	4	-	0,45	0,52	0,78
T3	6	-	13,49	15,51	23,27

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3	4	5	6
Т6	-	16	7,54	8,67	13,01
С8	-	16	0,56	0,64	0,96
НШ, см. Ц-Ц (Н1)	8	-	0,19	0,22	0,33
НШ, см. У (С8)	-	8	0,23	0,26	0,39
НШ, см. М-М (У4)	6	-	0,19	0,22	0,33
НШ, см. К (С9)	-	17	1,69	1,94	2,91
НШ, см. И-И (У4)	6	-	0,14	0,16	0,24
НШ, см. П-П (С8)	-	13,5	0,22	0,25	0,38
Т1	6	-	0,43	0,49	0,74
НШ, см. С-С (С2)	-	13,5	0,62	0,71	0,82
НШ, см. Ф-Ф (С8)	-	7,6	0,03	0,03	0,05
Т1	4-20/50	-	0,07	0,08	0,12
Итого:	-	-	33,26	38,25	57,38

4 Конструкторский раздел

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Для обеспечения жесткого закрепления основания используют винтовые прижимы с ручным закреплением детали. Для закрепления деталей используют рукоятки, установленные на конце винта прижимов. Зажимные винты и гайки изготовлены из стали 45 с точностью резьбы 9–11 квалитета.

Винтовые прижимы имеют простую конструкцию, невысокую стоимость, надежны в работе, обеспечивают необходимые (иногда значительные усилия).

Для винтовых прижимов производится расчет на развиваемое усилие. Данное усилие зависит от длины рукоятки и величины приложения к ней силы Q . Приложенная к рукоятке сила Q для ручных винтов не должна превышать 150 Н.

4.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений

Для винтовых прижимов, используемых в приспособлении, развиваемая винтом сила P определяется по формуле (4.1):

$$P = \frac{Q \cdot l}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{np})} \text{ Н}, \quad (4.1)$$

где Q – сила на рукоятке, Н;

l – расстояние от оси винта до точки приложения силы, $l = 14 \cdot d$ (номинальный наружный диаметр резьбы ($d = 24$ мм)), см;

r_{cp} – средний радиус резьбы винта, см;

α – угол подъема винта резьбы, град. ($\alpha = 2^\circ 30' \div 3^\circ 30'$);

φ_{np} – угол профиля резьбы, град. (для метрической резьбы $\varphi_{np} = 60^\circ$).

По формуле (3.30) находим силу, развиваемую винтом:

$$P = \frac{150 \cdot 33,6}{1,143 \cdot \operatorname{tg}(3^\circ 30' + 60)} = 2247 \text{ Н}$$

Рассчитанное усилие зажима должно быть проверено на условие прочности резьбы. Для основной метрической резьбы условие прочности проверяется по формуле (4.2):

$$[P]_{дон} = 0,64 \cdot \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \cdot [\sigma_{\epsilon}] = 0,5 \cdot d_n^2 [\sigma_{\epsilon}] \text{ Н}, \quad (4.2)$$

где $[P]_{дон}$ – допустимое усилие зажима, Н;

d_n – наружный диаметр резьбы, м;

$[\sigma_{\epsilon}]$ – допустимый предел прочности на растяжение, МПа (для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы $[\sigma_{\epsilon}] = 80 \div 100$ МПа).

$$[P]_{дон} = 0,5 \cdot 0,024^2 \cdot 90 \cdot 10^6 = 25920 \text{ Н}$$

Так как $[P]_{дон}$ больше расчетного усилия зажима P , то условие прочности резьбы соблюдено.

Для обеспечения закрепления поперечных и продольных балок используют сборочно-сварочное приспособление - винтовой домкрат. Данное сборочно-сварочное приспособление спроектировано с учетом выполнения технологического процесса сборки и сварки, а также учитывая необходимость обеспечения удобства и безопасности эксплуатации, наиболее выгодного порядка наложения швов, предохранения от деформаций, облегчения труда сборщиков и сварщиков.

Общий вид винтового домкрата представлен на рис. 3.4.

Произведем проверочный расчет винтового домкрата грузоподъемностью $Q = 20$ кгс с данными, приведенными на рис. 4.1.

Шток и втулка изготовлены из стали 35.

1. Определим КПД винтового домкрата:

а) Угол подъема винтовой линии прямоугольной резьбы определяется по формуле (4.3):

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{S}{\pi \cdot d_2} \quad (4.3)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{5}{\pi \cdot \frac{20+25}{2}} = 0,0707 \text{ или } \beta = 4^\circ$$

б) Угол трения ρ при $f = 0,12$ определяется по формуле (4.4):

$$\operatorname{tg} \rho = 0,12 \quad (4.4)$$

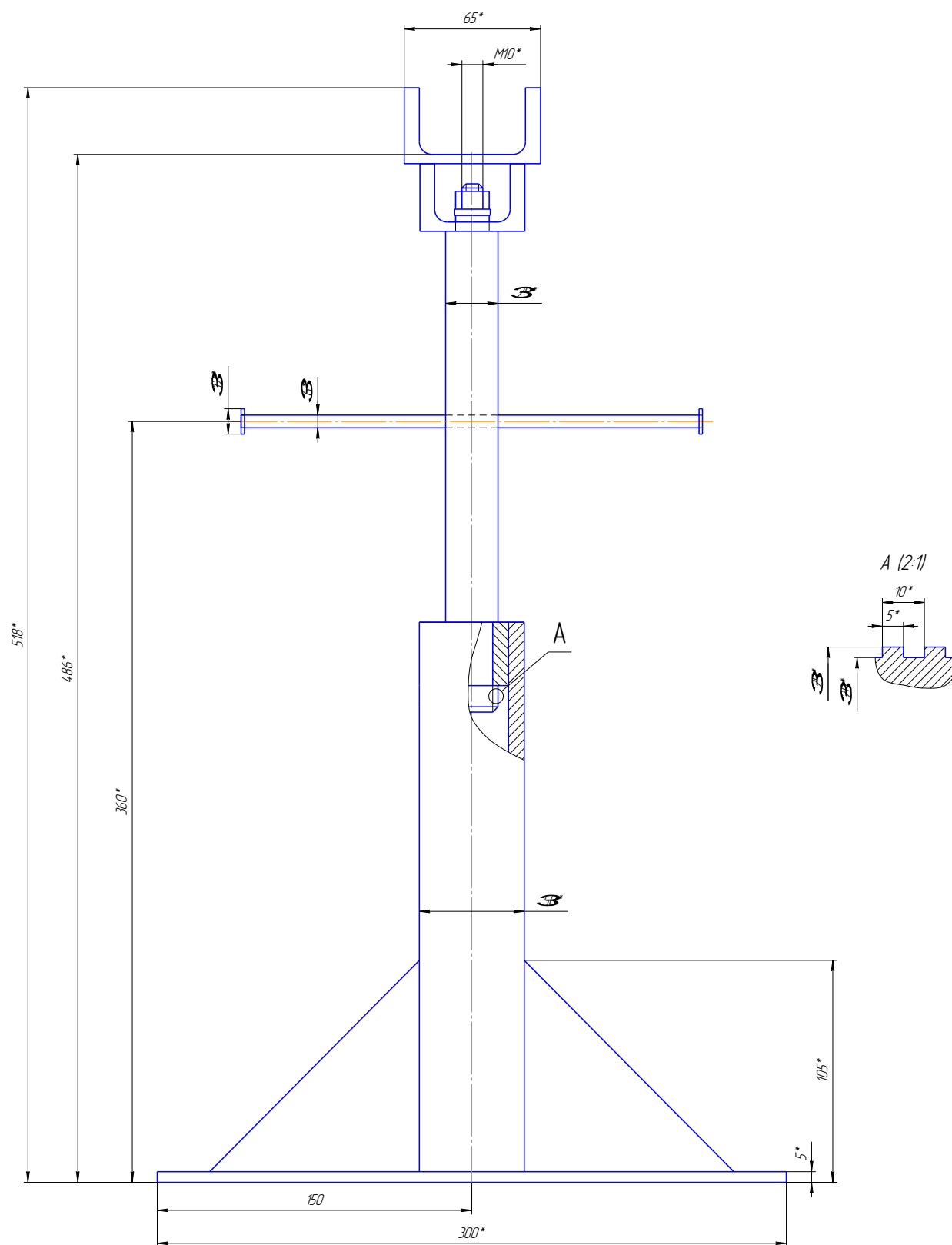


Рисунок 4.1 Винтовой домкрат

Из формулы (4.4) определяем ρ :

$$\rho = 7^\circ$$

в) Условие самоторможения будет при $\beta \leq \rho$

$\beta \leq \rho$, следовательно, при данных параметрах резьбы ее самоторможение обеспечивается.

КПД домкрата определяется по формуле (4.5):

$$\eta = \frac{A_{\Pi}}{A_p + A_T} \%, \quad (4.5)$$

где A_{Π} – полезная работа подъема груза, кгс·см;

A_p – работа за один оборот винта, необходимая для подъема груза и преодоления силы трения в резьбе, кгс·см;

A_T – работа за один оборот винта, необходимая для преодоления трения на торцовой части винта при $f_1 = 0,14$, кгс·см.

Полезная работа подъема груза определяется по формуле (4.6):

$$A_{\Pi} = Q \cdot P, \quad (4.6)$$

где P – шаг винта, см.

Работа за один оборот винта, необходимая для подъема груза и преодоления силы трения в резьбе определяется по формуле (4.7):

$$A_p = Q \cdot \pi \cdot d_2 \cdot \operatorname{tg}(\beta + \rho), \quad (4.7)$$

где d_2 – средний диаметр винта, см.

Работа за один оборот винта, необходимая для преодоления трения на торцовой части винта определяется по формуле (4.8):

$$A_T = \frac{2}{3} \cdot \frac{Q \cdot f_1 \cdot (d_3^3 - d_4^3)}{d_3^2 - d_4^2} \cdot \pi \quad (4.8)$$

г) Определим полезную работу подъема груза по формуле (4.6):

$$A_{\Pi} = 20 \cdot 1 = 20 \text{ кгс·см.}$$

д) Определим работу за один оборот винта, необходимую для подъема груза и преодоления силы трения в резьбе по формуле (4.7):

$$A_p = 20 \cdot \pi \cdot 2,25 \cdot \operatorname{tg}(4 + 7) = 27,5 \text{ кгс·см.}$$

е) Определи работу за один оборот винта, необходимую для преодоления трения на торцовой части винта при $f_1 = 0,14$ по формуле (4.8):

$$A_T = \frac{2}{3} \cdot \frac{20 \cdot 0,14 \cdot (2,5^3 - 1^3)}{2,5^2 - 1^2} \cdot \pi = 16,3 \text{ кгс} \cdot \text{см}.$$

ж) Определим КПД домкрата по формуле (4.5):

$$\eta = \frac{20}{27,5 + 16,3} \cdot 100 = 46 \%$$

2. Определим усилие рабочего P_p при подъеме груза:

Усилие одного рабочего должно быть не более $15 \div 30$ кгс.

Работа за один оборот определяется по формуле (4.9):

$$A_z = P_p \cdot 2 \cdot \pi \cdot L, \quad (4.9)$$

где L – длина рукоятки, см.

Эта работа должна быть равна $A_p + A_T$.

Определим работу за один оборот по формуле (4.9):

$$A_z = P_p \cdot 2 \cdot \pi \cdot 22 = 138 \cdot P_p$$

$$27,5 + 16,3 = 138 \cdot P_p$$

$$P_p = \frac{27,5 + 16,3}{138} = 0,32 \text{ кгс}.$$

3. Проверим напряжения в винте:

а) Расчетная длина винта

$$l = 24,6 - \frac{5}{2} = 19,6 \text{ см}$$

б) Радиус инерции круга диаметром $d_1 = 2$ см

$$i = \frac{d_1}{4} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ см}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{19,6}{0,5} = 39,2$$

При такой малой гибкости проверки на устойчивость не требуется.

Нормальное напряжение определяется по формуле (4.10):

$$\sigma_{сж} = \frac{Q}{F} \text{ кгс/см}^2 \quad (4.10)$$

в) Определим нормальное напряжение по формуле (4.10):

$$\sigma_{сж} = \frac{20}{\frac{\pi \cdot 2^2}{4}} = 6,4 \text{ кгс/см}^2$$

Касательное напряжение определяется по формуле (4.11):

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{0,2 \cdot d_1^3} \text{ кгс/см}^2, \quad (4.11)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент, кгс·см.

Крутящий момент определяется по формуле (4.12):

$$M_{кр} = Q \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \text{tg} (\beta + \rho) \text{ кгс} \cdot \text{см} \quad (4.12)$$

е) Определим крутящий момент по формуле (4.12):

$$M_{кр} = 20 \cdot \frac{2,25}{2} \cdot \text{tg} (4 + 7) = 4,4 \text{ кгс} \cdot \text{см}$$

д) Определим касательное напряжение по формуле (4.11):

$$\tau_{кр} = \frac{4,4}{0,2 \cdot 2^3} = 2,75 \text{ кгс/см}^2$$

Приведенное напряжение определяется по формуле (4.13):

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma_{сж}^2 + 4 \cdot \tau_{кр}^2} \text{ кгс/см}^2 \quad (4.13)$$

е) Определим приведенное напряжение по формуле (4.10):

$$\sigma_{np} = \sqrt{6,4^2 + 4 \cdot 2,75^2} = 8,4 \text{ кгс/см}^2$$

Для винта из стали 35 при статической нагрузке допустимо $\sigma_B = 850 \text{ кгс/см}^2$.

4. Проверим высоту втулки:

Число витков во втулке определяется по формуле (4.14):

$$z = \frac{H}{P} \quad (4.14)$$

а) Определим число витков во втулке по формуле (4.14):

$$z = \frac{3}{1} = 3$$

Удельное давление определяется по формуле (4.15):

$$q = \frac{4 \cdot Q}{z \cdot \pi \cdot (d^2 - d_1^2)} \text{ кгс/см}^2 \quad (4.15)$$

б) Определим удельное давление по формуле (4.15):

$$q = \frac{4 \cdot 20}{3 \cdot \pi \cdot (2,5^2 - 2^2)} = 3,8 \text{ кгс/см}^2$$

Допускаемое удельное давление:

$$[q] = 70-130 \text{ кгс/см}^2.$$

Результат расчета удовлетворительный, так как величина q не превышает пределов

5 Проектирование участка сборки-сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

При проектировании новых и реконструкции действующих сварочных цехов и участков в условиях современного производства учитывают ряд требований, основные из которых: обеспечение высокого качества продукции, соответствие мощностей производства объему выпускаемой продукции, рациональное использование производственных площадей, возможность выпуска широкой номенклатуры выпускаемых изделий.

Важным фактором при проектировании сварочных цехов является разработка схем грузовых и технологических потоков, которые должны по возможности исключать наличие обратных и кольцевых путей движения материалов и деталей, создающих встречные потоки и затрудняющих транспортировку, обеспечивать рациональное использование площади и кратчайшие расстояния перемещений обрабатываемых деталей и узлов.

Участок сборки и сварки транспортной тележки включает при серийном производстве следующие основные элементы:

- склад заготовок;
- приспособление для сборки и сварки;
- пост контроля изделия;
- стеллажи;
- электроталь грузоподъемностью 5,0 т.

Размещение складов и оборудования осуществляется согласно направлению технологического процесса. С целью исключения обратных, кольцевых путей движения изделия и обеспечение кратчайших расстояний перемещения, план участка носит прямолинейный характер.

В целях противопожарной безопасности участок оснащен противопожарными кранами и щитами.

Освещение – искусственное. Участок оснащен вентиляцией над сварочным постом.

Для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и перемещение изделия по участку используем электроталь грузоподъемностью 1,0 тонны. Перемещаясь по путям, расположенным над землей, он тем самым не занимает полезной площади участка, обеспечивая в то же время обслуживание, практически, любой его точки.

Площадь отдельного помещения для электросварочных установок должна быть не менее 10 кв. м, причем площадь, свободная от оборудования и материалов, должна составлять не менее 3 кв. м на каждый сварочный пост.

Проходы с каждой стороны сборочно-сварочного стенда для выполнения ручных сварочных работ на крупных деталях или конструкциях должны быть шириной не менее 1 м. Столы для мелких сварочных работ допускается примыкать с одной стороны непосредственно к стене кабины, с других сторон должны быть проходы шириной не менее 1 м. Кроме того, в сварочной мастерской (на участке) должны быть предусмотрены проходы, ширина которых устанавливается в зависимости от числа работающих, но не менее 1 м.

5.2 Расчет основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты.

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = N_r \cdot T_{ш} / F_o, \quad (5.1)$$

где N_r – годовая программа выпуска изделия, $N_r=147$ шт.;

$T_{ш}$ – норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

F_d – действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_d = 3760$ ч [11].

Определяем необходимое количество производственного оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [15]

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\%, \quad (5.2)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

C_n – принятое количество оборудования, шт.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

Общее, требуемое для участка списочное и явочное количество производственных рабочих, определяется по формулам:

$$K_z = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_d} = \frac{850 \cdot 300}{1876 \cdot 60} = 2,1, \quad (5.3)$$

$$K_z = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_n} = \frac{850 \cdot 300}{1975 \cdot 60} = 1,98, \quad (5.4)$$

где F_n – номинальный фонд времени рабочих, $F_n = 1975$ ч.;

F_d – действительный фонд времени рабочих, $F_d = 1876$ ч.;

$P_{яв}$ и $P_{сп}$ – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих.

- а) вспомогательные рабочие – 25% от количества основных рабочих;
- б) ИТР – 8% от суммы основных и вспомогательных рабочих;
- в) младший обслуживающий персонал (МОП) – 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих;
- г) контролеры качества продукции – 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих.

6.1 Сравнительный экономический анализ вариантов

Экономическая часть предназначена для экономической оценки производственного процесса.

Разработка технологического процесса изготовления основания подкранового блока допускает различные варианты решения.

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на новый, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат – обобщающий показатель. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [17]:

$$З_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (6.1)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ – норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K – капиталовложения, руб/ед.год.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно-сварочные приспособление.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов.

6.1.1 Расчет необходимого количества производственного оборудования

Необходимое количество оборудования определяем по формуле [15]:

$$C_p = N_r \cdot T_{ш} / F_d, \quad (6.2)$$

где N_r – годовая программа выпуска изделия, $N_r=147$ шт.;

$T_{ш}$ – норма штучного времени на изготовления изделия, ч.;

F_d – действительный годовой фонд работы оборудования, ч.;

$F_d = 3760$ ч [11].

Определяем необходимое количество производственного оборудования. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [15]

$$K_z = C_p / C_n \cdot 100\%, \quad (6.3)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

C_n – принятое количество оборудования, шт.

Определим требуемое количество сварочного оборудования:

$$C_p = \frac{300 \cdot 850}{3760 \cdot 60} = 1.2.$$

Для обеспечения каждого рабочего места сварочным оборудованием, принимаем количество оборудования равное $C_p=1$

Далее определим коэффициент загрузки

$$K_z = 1.2 / 2 \cdot 100\% = 60\%.$$

Аналогично определяем необходимое количество остального оборудования для базового технологического процесса изготовления изделия и результаты расчетов сводим в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Количество оснастки и оборудования необходимого для изготовления изделия и коэффициент их загрузки

Номер операции	Наименование	$T_{ш}$, мин	C_p , шт	C_n , шт	$K_{зо}$,
Базовый технологический процесс					
005-090	Плита сборочная	850	1.2	2	60

Определяем необходимое количество сварочного оборудования и данные расчета сводим в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	С _п , шт	К _{зо}
Базовый	2	25

6.1.2 Расчет численности производственных рабочих

Состав, рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на группы:

- а) основные производственные рабочие;
- б) вспомогательные рабочие;
- в) инженерно-технические работники (ИТР);
- г) младший обслуживающий персонал (МОП).

Общее, требуемое для участка списочное и явочное количество производственных рабочих, определяется по формулам:

$$K_з = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_о} = \frac{850 \cdot 300}{1876 \cdot 60} = 2,1, \quad (6.4)$$

$$K_з = \frac{T_{ш} \cdot N_z}{F_n} = \frac{850 \cdot 300}{1975 \cdot 60} = 1,98, \quad (6.5)$$

где F_н – номинальный фонд времени рабочих, F_н=1975 ч. [7];

F_д – действительный фонд времени рабочих, F_д=1876 ч. [7];

P_{яв} и P_{сп} – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу 6.3.

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих:

- д) вспомогательные рабочие – 25% от количества основных рабочих [7];
- е) ИТР – 8% от суммы основных и вспомогательных рабочих [6];
- ж) младший обслуживающий персонал (МОП) – 2% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7];
- з) контролеры качества продукции – 1% от суммы основных и вспомогательных рабочих [7].

Таблица 6.3 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	850
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	2.1/2
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1.98/2
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,04/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,02/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,14/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [7]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1} \quad (6.6)$$

где $P_{яв1}$ – число рабочих в первую смену, чел.

Для базового и предлагаемого технологических процессов:

$$k_p = 2/2 = 1.$$

6.1.3 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [13]:

$$K_o = C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot C_p, \text{ руб./ед.год}, \quad (6.7)$$

где C_o – оптовая цена единицы оборудования, руб./ед.

σ_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и транспортно-заготовительные расходы. Принимаем $\sigma_m = 0,10$;

C_p – принятое количество оборудования.

Для предлагаемого $C_p = 6$ ед.

$N_{Г}$ – годовая программа производства изделий, $N_{Г} = 300$ шт.

Цены на оборудование сводятся в таблицу 6.4 и 6.5.

Таблица 6.4 – Оптовые цены на сварочное оборудование

Наименование оборудования	Ц _о , руб
Базовый технологический процесс	
Invertec V350 1 шт.	228960

Таблица 6.5 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	К _о , руб/ед. год
Базовый технологический процесс	
Invertec V350 2 шт.	457920

Капитальные вложения в приспособления определяем по формуле [17]:

$$K_{\text{пр}} = C_{\text{пр}} \cdot C_{\text{п}}, \quad (6.8)$$

где $C_{\text{пр}}$ – цена единицы приспособления, руб. Берется с учетом поправочного коэффициента.

$C_{\text{п}}$ – принятое количество приспособлений, занятое выполнением, соответствующей операции.

Капитальные вложения в приспособления указаны в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	Ц _{пр} , Руб	Базовый технологический процесс	
		С _п , шт	К _{пр} ,руб/ед.год
Приспособление сварочное ФЮРА.000001СБ	126522	1	126522
Плита сварочная	184500	1	184500
ИТОГО			311022

6.1.4 Определение удельных капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Удельные капитальные вложения в здание определяется по формуле [17]:

$$K_{\text{зд}} = S_{\text{О}} \cdot h \cdot k_{\text{В}} \cdot \text{Ц}_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (6.9)$$

где $S_{\text{О}}$ – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед.

Для базового и предполагаемого техпроцесса: $S = 186 \text{ м}^2$.

h – высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [17];

$k_{\text{В}}$ – 1,75...3,00 – коэффициент, учитывающий вспомогательную площадь проходов, проездов и хранения деталей (меньшие значения относятся к крупногабаритным изделиям);

$\text{Ц}_{\text{зд}}$ – стоимость 1м³ здания на 01.01.2020 составляет, $\text{Ц}_{\text{зд}} = 94 \text{ руб/м}^3$.

Определяем удельные капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 6.7.

Таблица 6.7 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	$K_{\text{зд}}$, руб./ед.год.
Базовый технологический процесс	
Invertec V350	223000

6.1.5 Определение затрат на основной материал

Затраты на основной материал определяем по формуле [17]:

$$C_{\text{м}} = m_{\text{м}} \cdot k_{\text{т.-з.}} \cdot \text{Ц}_{\text{м}}, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $m_{\text{м}}$ – расход материала на одно изделие,

$\text{Ц}_{\text{м}}$ – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, 10ХСНД, 30ХГСФЛ на 01.01.2020 руб./кг.;

$k_{\text{т.-з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.-з.}} = 1,04$ [7];

Для стали ВСт3сп м $m = 40.63 \text{ руб./кг}$, при $m = 1810 \cdot 1,3 = 2353 \text{ кг}$.

Для стали 09Г2С $m = 32,84 \text{ руб./кг}$, при $m = 119 \cdot 1,3 = 154,7 \text{ кг}$.

Для стали ВСт3пс $m = 56,70 \text{ руб./кг}$, при $m = 81 \cdot 1,3 = 105,3 \text{ кг}$.

$C_m = [(2353 \cdot 40,63) + (154,7 \cdot 32,84) + (105,3 \cdot 56,70)] \cdot 1,04 = 110901,68 \text{ руб./изд.}$

6.1.6 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [17]:

$$C_{п.с} = g_{п.с} \cdot k_{р.п.с} \cdot Ц_{п.с}, \text{ руб./изд.} \quad (6.11)$$

где $g_{п.с}$ – масса наплавленного металла электродной проволоки для базового и предполагаемого техпроцесса, для Св-08Г2С $g_{п.с} = 86,32 \text{ кг}$,

$k_{р.п.с}$ – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [17],

$k_{р.п.с} = 1,02$ (1,6);

$Ц_{п.с} = 77,44 \text{ руб./кг}$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С руб./кг

Для предлагаемого техпроцесса:

$$C_{п.с} = 86,32 \cdot 1,02 \cdot 77,44 = 6818,31 \text{ руб}$$

Затраты на защитную смесь определяем по формуле [17]:

$$C_{з.г} = g_{з.г.} \cdot Ц_{г.з}, \text{ руб./изд.} \quad (6.12)$$

где $g_{з.г.}$ – расход защитного газа, $\text{м}^3/\text{ч}$. для базового, $g_{з.г.} = 0,84 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$Ц_{г.з}$ – стоимость защитного газа, руб./ м^3 , $Ц_{г.з} = 51,17 \text{ руб./м}^3$;

Для базового технологического процесса:

$$C_{з.г.} = 0,84 \cdot 1,15 \cdot 51,17 \cdot 25,7 = 1270,3 \text{ руб./изд.}$$

6.1.7 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = (T_c \cdot \Sigma T_{ш}) \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_p \cdot [1 + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) / 100], \quad (6.13)$$

где T_c – тарифная ставка на 01.01.2020, руб., $T_c = 43,62 \text{ руб.}$;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$K_d=1,15;$$

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр} = 1,5$;

K_p – районный коэффициент, $K_p = 1,3$;

a_1, a_2, a_3, a_4 – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = (43,62 \cdot 89,14) \cdot 1,2 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot (1 + 32,8/100) = 3075,32 \text{ руб/изд.}$$

6.1.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

В основу расчета норматива затрат на силовую электроэнергию положена [17]:

$$C_{э.с.} = (N_y \cdot K_N \cdot K_{вр} \cdot K_{од} \cdot K_{\omega} / \eta) \cdot C_{\text{э}} \cdot T_o / 60, \quad (6.14)$$

где N_y – установочная мощность источника питания сварочной дуги, кВт,

K_N и $K_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки источника питания по мощности и по времени, $K_N = 0,7$ и $K_{вр} = 0,8$,

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы, $K_{од} = 1$,

K_{ω} – коэффициент потерь электроэнергии в сети завода, $K_{\omega} = 1,08$,

η – КПД оборудования. Для базового технологического процесса, $\eta = 0,90$

$C_{\text{э}}$ – средняя стоимость электроэнергии, на 2020 год $C_{\text{э}} = 3,43$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{э.с.} = (8 \cdot 0,7 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1,08 / 0,90) \cdot 3,43 \cdot 5348,4 / 60 = 616,33 \text{ руб.}$$

6.1.9 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [17]:

$$C_{ao} = [C_o \cdot (1 + \sigma_m) \cdot a_p \cdot \Sigma T_{шк}] / [100 \cdot F_d \cdot K_{zo} \cdot K_{bh} \cdot 60 \cdot N_r], \quad (6.15)$$

где a_p – норма годовых амортизационных отчислений на восстановление оборудования, %,

K_{zo} – коэффициент, учитывающий нормативную нагрузку оборудования.

Принимаем $K_{zo} = 0,85$.

K_{bh} – коэффициент, учитывающий выполнение норм выработки. $K_{bh} = 1,2$.

N_r – годовая программа производства изделий шт., $N_r = 147$ шт.

Амортизация оборудования приведена в таблице 6.8.

Таблица 6.8 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса	
	Базовый	
	$a_p, \%$	$C_{ao},$ руб/ед.год.
Invertec V350	19,4	1825

6.1.10 Определение затрат на амортизацию приспособления

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [17]:

$$C_{a.п} = [C_{пр} \cdot (1 + \sigma_m) - C_{рл}] \cdot C_{п} / T_{пог} \cdot N_r, \quad (6.16)$$

где $C_{рл}$ – выручка от реализации выбывших из эксплуатации приспособления, руб/ед, составляет 2%.

$T_{пог}$ – период погашения стоимости приспособлений, лет. $T_{пог} = 5$ лет.

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.9

Таблица 6.9 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб Ц _{рл} , руб	Предлагаемый технологический процесс	
		С _п , шт.	С _{ап} , руб/ед. год
Плита сборочно-сварочная	184500 3690	2	482
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.0001 СБ	126522 2530,44	2	346
ИТОГО			828

6.1.11 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [17]:

$$C_p = [(R_m \cdot \omega_m + R_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{э}}) / T_{\text{рц}}] \cdot \Sigma T_{\text{шк}} / (K_{\text{вн}} \cdot 60 \cdot N_r), \text{руб.изд.} \quad (6.17)$$

где R_m , $R_{\text{э}}$ – группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m = 3$

ω – затраты на все виды ремонта;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла, $T_{\text{рц}} = 8000 \text{ч}$.

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 6.10.

Таблица 6.10 – Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	$R_{\text{э}}$	$\omega_{\text{э}}$	T, ч	С _р , руб/год.
Базовый технологический процесс				
Invertec V350	3	3842	89,2	281

6.1.12 Определение затрат на содержание здания

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле

$$C_{зд.} = (S \cdot C_{ср.зд.}) / N_{Г}, \quad (6.18)$$

где S – площадь сварочного участка, m^2 ;

$C_{ср.зд.}$ – среднегодовые расходы на содержание $1m^2$ рабочей площади, руб./год.м,

$C_{ср.зд.} = 250$ руб./год м.

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{зд.} = (186 \cdot 250) / 147 = 318,8 \text{ руб./изд.}$$

6.2 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$Z_{п} = C + \dot{\epsilon}_н \cdot K, \quad (6.19)$$

где C – себестоимость единицы продукции, руб./ед.,

$\dot{\epsilon}_н$ – норма эффективности дополнительных капитальных затрат,

$\dot{\epsilon}_н = 0,15$ (руб./ед)/руб. [17].

K – капитальные вложения, руб./ ед. год.

Себестоимость единицы продукции определяется по формуле:

$$C = N_{Г} \cdot (C_{м} + C_{в.м.} + C_{зп.сд.} + C_{эс} + C_{возд} + C_{а} + C_{р} + C_{зд.}), \quad (6.20)$$

где $C_{м}$ – затраты на основной материал, руб.;

$C_{в.м.}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб.;

$C_{зп.сд.}$ – затраты на заработную плату основных рабочих, руб.;

$C_{э.с.}$ – затраты на силовую электроэнергию, руб.;

$C_{возд.}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$C_{а}$ – затраты на амортизацию оборудования и приспособлений, руб.;

$C_{р}$ – затраты на ремонт оборудования, руб.;

$C_{зд.}$ – затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_0 + K_{пр} + K_{здо.} \quad (6.21)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 457920 + 311022 + 423000 = 1191942 \text{ руб./изд.}$$

$$C = 300 \cdot (110901,68 + 6818 + 1270 + 3075 + 616 + 828 + 281 + 318) = 37232100 \text{ руб./изд.}$$

$$З_{\text{п}} = 37232100 + 0,15 \cdot 1191942 = 37410891 \text{ руб./изд.}$$

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет капитальных вложений в оборудование и приспособление, был выполнен расчет затрат на основные и вспомогательные материалы, на силовую электроэнергию, была рассчитана заработная плата работников предприятия с их социальными доходами. При данной годовой программе выпуска (300 шт.) изделия основания и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 37410891 руб

6.3 Основные технико-экономические показатели участка

1	Годовая производственная программа, шт	300
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	60
3	Производственная площадь участка, м ²	186
4	Количество оборудования, шт	2
5	Списочное количество рабочих, чел.	2
6	Явочное количество рабочих, чел	2
7	Количество рабочих в первую смену, чел	2
8	Количество вспомогательных рабочих, чел	1
9	Количество ИТР, чел	1
10	Количество МОП, чел	1
11	Количество контролеров, чел	1
12	Разряд основных производственных рабочих, чел	4

7 Социальная ответственность

7.1 Описание рабочего места

На участке производится изготовление основания механизированной крепи. При изготовлении основания выполняются следующие операции: сборка, сварка механизированная в смеси газа CO₂, слесарные операции.

При изготовлении основания на участке используется оборудование:

- | | |
|----------------------------------|-------|
| а) полуавтомат Invertec V350 | 2 шт. |
| б) приспособления ФЮРА.000001.СБ | 1 шт. |
| в) плита сборочная | 1 шт. |

Перемещение изделия производится краном мостовым и кран-балкой.

Участок находится в цехе, имеет одну капитальную стену, с другой стороны расположен проход шириной 2м для перемещения рабочих. Оконные проемы в количестве 4шт. Стены из железобетонных блоков, окрашены в бежевый цвет.

Завоз деталей и вывоз готовой продукции производится через ворота в количестве 2шт. автомобильным транспортом, также имеется железнодорожные пути, давая возможность вывоза и ввоз грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через 2 двери.

В целях пожарной безопасности цех оснащен запасным выходом и системой пожарной сигнализации. Все работы выполняются на участке площадью $S=186 \text{ м}^2$.

7.2 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;

- б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;
- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».

ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

7.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.)[13].

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.[13]

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток» ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. Также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор

загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Основным средством от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны является применение приточно-вытяжной вентиляции.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не доходящие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений.

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение ($0,76-1,4$ мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи

длинноволнового диапазона (9–420 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки источниками ультрафиолетового и инфракрасного излучения является сварочная дуга, а также источником инфракрасного излучения является расплавленная сварочная ванна и свариваемые детали.

«Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (СН 4557-87) регламентируют данный производственный фактор.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет:

74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки основания являются: сварочный полуавтомат INVERTEC 350 сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумные наушники по ГОСТ Р 12.4.255-2011

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы

установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

Согласно ГОСТ30873.4 вибрация в каждом из направлений оказывает одинаково вредное воздействие на оператора. Поэтому измерения необходимо проводить во всех трех направлениях. Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012-2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования». Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий». На данном производственном участке вибрацию создает ручная шлифовальная пневматическая машина ИП 2002, применяемая для зачистки деталей от брызг сварки. Вибрация в данном случае – локальная, т.е. воздействующая на отдельные части организма.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от 1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе не допускается.

Движущиеся механизмы

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 2,0 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа.

В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м; при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины – защитный кожух на шлифовальном круге.

7.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81.

На проектируемом участке применяются искусственные заземляющие устройства, которые состоят из заземлителей и заземляющих проводников. Заземлители представляют собой стальные трубы диаметром 50...70 мм с толщиной стенок 3...5 мм либо стержни из угловой стали размером 50x50x5 мм, забиваемые в землю на глубину 2...2,5 м с шагом, равным их длине, так, чтобы их верхние части были под поверхностью земли на глубине 0,5...0,8 м.

Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.[13]

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ Р 12.4.238-2007 шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения. Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла ГОСТ 12.4.250-2013.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой ГОСТ 12.4.010.2013.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Пожаровзрывобезопасность

Пожаровзрывобезопасность производства определяется показателями пожаровзрывоопасности веществ и материалов и их агрегатным состоянием. К этим показателям относится группа горючести, температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения, условия теплового самовозгорания.

Участок сборки и сварки относится к категории В (пожароопасный).

Перечень средств индивидуальной защиты представлены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика типа НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

7.5 Обеспечение требуемого освещения на участке

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов и проездов.

Освещение не должно давать резких теней и бликов, оказывающих ослепляющее действие. Требуемый уровень освещения определяется степенью зрительных работ.

В дневное время можно пользоваться естественным освещением, но чаще всего при учёте того, что производственные помещения имеют большие площади, применяют комбинированное освещение, то есть, как естественное, так и искусственное.

Естественное освещение можно осуществлять через световые проёмы – окна и световые фонари.

Хорошее искусственное освещение производственного помещения и рабочих мест зависит от правильного выбора мест расположения светильников, его типа и мощности ламп.

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Рассчитаем требуемое количество светильников.

Световой поток светильников определяем по формуле [14]:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (7.1)$$

где E – заданная минимальная освещённость, Лк;

K_3 – коэффициент запаса; $K_3 = 1,8$;

S – освещаемая площадь, $S = 187,5 \text{ м}^2$;

Z – коэффициент минимальной освещённости; $Z = 1,2$;

η – коэффициент использования светового потока; $\eta = 48$.

Для светильников типа ОД с лампой ДРЛ-750, $\varphi = 33000 \text{ Лм}$.

Выразим величину N (количество светильников) из формулы (7.1):

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta}, \quad (7.2)$$

Тогда:

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 186 \cdot 1,2}{33000 \cdot 0,48} = 15,98 \text{ шт.}$$

Увеличиваем количество светильников до $N = 16 \text{ шт.}$

7.6 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и

пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха -30°C до 45°C;
- относительная влажность 80% при 15°C.

Эффективность фильтров данного типа составляет 95–98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

На проектируемом участке сборки и сварки основания предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается.

7.7 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении

военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением;
- б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением;
- в) кран внутреннего пожарного водопровода;
- г) огнетушитель углекислотный ОУ-8.

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением.

7.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Размещение оборудования и организация рабочих мест на проектируемом участке выполнена согласно требованиям приведенных в ГОСТ 12.2.061-81.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами, перемещаемыми деталями составляет 0,8 м. Зоны с опасными производственными факторами огорожены, и знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026 -76.

В качестве материала для стен кабины используется тонкое железо, Каркас кабины сделаны из металлических труб. Дверной проем кабины закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Для отделки стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

В реальной обстановке в цехе фиксировалась температура воздуха от $T=+7\div+10^{\circ}\text{C}$ до $T = + 25 \div + 35^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $\phi = 60\text{--}70\%$, скорость движения воздуха на рабочем месте $V = 0,4 - 2 \text{ м / с}$.

На участке сборки и сварки изготовления основания применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2..0,5 метров в секунду.

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [21]:

$$L_m = S \cdot V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \cdot \text{ч},$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S=A \cdot B \cdot n,$$

где A и B – ширина и длинна зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [37];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [37]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_n + t_b},$$

где t_n и t_b – температура поверхности источника и воздуха, °C.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 27,4 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.}$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,}$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,66 \text{ м,}$$

$$S = 3,6 \cdot 3,66 \cdot 2 = 25,05 \text{ м}^2,$$

$$L_m = 25,05 \cdot 0,2 = 5,1 \text{ м}^3 \cdot \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов составляет $L_m = 27900 \text{ м}^3 \cdot \text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВР-200-20-3,15 с двигателем АИР80А2 1.5 кВт 3000 об. мин

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

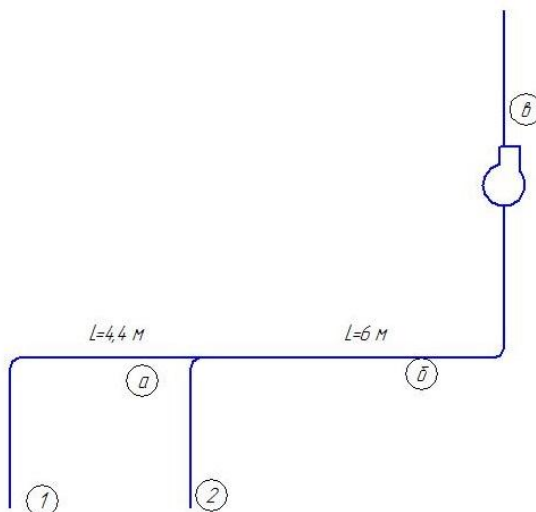


Рисунок 7.1 Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Определим диаметр воздуховода по формуле [21]:

$$Q = 1,13 \cdot \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \cdot \left(\frac{27900}{0,2} \right)^{1/2} = 422 \text{ мм},$$

7.9 Выводы

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива на проектируемом участке были разработаны и приняты следующие меры:

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с использованием вентилятора радиального ВР-200-20-3,15 с двигателем типа АИР80А2 1.5 кВт 3000 об. мин;

б) для предотвращения опасности поражения электрическим током применяется: защитное разделение сети; защитное заземление; изолирующая обувь;

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 16 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противошумные наушники типа РОСОЗМ -8, от вибрации – антивибрационные рукавицы;

е) при слесарной обработке для защиты глаз рабочих от частиц металла – очки защитные типа ЗПР, при работе шлифовальными машинами и при сварке для защиты органов дыхания рабочих – респираторы «Лепесток»;

ж) участок обеспечивается средствами тушения: огнетушителями порошковыми ОП-8; ящиками с песком; краном внутреннего пожарного водопровода.

При работе на участке сборки и сварки основания поворотного крана были соблюдены все меры предосторожности.

Заключение

В настоящем дипломном проекте рассмотрена технология изготовления основания подкранового блока ОПК 10. Исходя из особенностей материала изделия, условий технологичности сборки, пространственного положения сварных швов были подобраны оптимальные режимы сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование, сконструировано сборочно–сварочное приспособление ФЮРА.000001.038.00.000 СБ, обеспечивающие более быструю сборку и позволяют избавиться от приварки технологических распорок. В работе рассчитаны режимы сварки, по которым выбрано сварочное оборудование Invertec V350.

Список использованных источников

- 1 Синергетические функции сварочных установок - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.electrods.ru/information/22600/>
- 2 СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций - [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003338>
- 3 Методы проектирования в воображаемых условиях – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018000904>
- 4 Химический состав и механические свойства сталей – [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=247
- 5 Томас К. Н., Ильященко Д. П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» – 2011. – 247с.
- 6 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-iso-14175-2010>
- 7 Свариваемость металлов – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/manual-arc-welding/251-kons6>
- 8 Механизация и автоматизация сварочного производства – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/mekhanizatsiya-i-avtomatizatsiya-svarochnogo-proizvodstva/>
- 9 Инструкция по визуальному и измерительному контролю – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/39/39956/index.htm>
- 10 ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004648>
- 11 Функции нормирования труда – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/3515/757/lecture/29494?page=2>
- 12 Нормирование сварочных материалов для дуговой сварки –

[Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docplayer.ru/58929928-Normirovanie-svarochnyh-materialov-dlya-dugovoy-svarki.html>

13 Механизация производства [Электронный ресурс] –
Режим доступа: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/076/098.htm>

14 Расчет пневмоцилиндров – [Электронный ресурс] – Режим доступа:
http://pneumoprivod.ru/pbl_calcpneumocylinder.htm

15 Сила на штоке пневмоцилиндра – [Электронный ресурс] – Режим
доступа: http://studopedia.net/10_136733_sila-na-shtoke-pnevmo-cilindra.html

16 Петкау Э. П. Организация производства и менеджмент в
машиностроении: учебное пособие / Э.П. Петкау. – Томск: Изд-во Томского
политехнического университета, 2007. – 205 с.

17 Красовский А. И. Основы проектирования сварочных цехов.
Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.

18 Организация экономика управление на предприятиях строительной
отрасли – [Электронный ресурс] – Режим доступа:
https://ivgpu.com/images/docs/ob_universitete/institutyfakultety_kafedry/isi/kafedry/opgkh/publikatsii/opgkh-uup-5.pdf. Дата обращения 15.05.2020

19 Определение необходимого количества оборудования –
[Электронный ресурс] – Режим доступа:
<https://studfile.net/preview/5306828/page:9/>. Дата обращения 15.05.2020

20 Фонд рабочего времени на 2020 год (Россия) – [Электронный ресурс]
– Режим доступа: <https://ppt.ru/news/142822/>. Дата обращения 15.05.2020

21 Планирование численности рабочего персонала – [Электронный
ресурс] – Режим доступа: http://www.aup.ru/books/m203/5_4.htm. Дата
обращения 15.05.2020

22 Планирование численности рабочего персонала – [Электронный
ресурс] – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/6164942/page:34/>. Дата
обращения 15.05.2020

23 Гришагин В.М., Портола В.А., Фарберов В.Я. Охрана труда, безопасность
и экологичность проекта. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. –

177.

24 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчеты по обеспечению комфорта и безопасности: учебное пособие. Учебно-методическое пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2007. – 155 с.

25 Русак У. П /промышленная вентиляция: Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. – Санкт-Петербург: Изд. СПбГЛТУ, 2011 – 30 с.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация		
		A2			ФЮРА.0037-10.01.00.000 СБ	Сборочный чертеж		A2×3
						Сборочные единицы		
		A4		1		Крышка	1	
		A4		2		Опора	3	
						Детали		
		A4		3		Лист 10×200×200	4	
		A3		4		Двутавр 60Б2 L=7400	1	
		B4		5		Лист ромб. 8 Ст3пс 2ГОСТ 8568-77 1500×2160	2	210 кг
		A4		6		Лист 30×300×310	4	
		A4		7		Швеллер 10П L=1988	6	
		A4		8		Швеллер 10П L=745	4	
		A4		9		Швеллер 18У L=1080	2	
		A4		10		Швеллер 40У L=1988	6	
		A4		11		Уголок 100×63×10 L=334	4	
		B4		12		Лист 10-Б-ПН ГОСТ 19903-74/ 325-09Г2С-12-св ГОСТ 19281-89 140×165	4	1,8 кг

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A4		13		Уголок 100×63×10 L=334	4	
Б4		14		Труба 140×10 ГОСТ 8732-78/ В20 ГОСТ 8731-74 L=1988	2	63.7 кг
A3		15		Лист 8×200×631	4	
A4		16		Лист 10×94×384	8	
A4		17		Лист 30×214×250	4	
A4		18		Лист 10×152×214	16	
A4		19		Лист 30×310×324	4	
A4		20		Лист 10×94×210	8	
A4		21		Ребро 60Б2×10	4	
Б4		22		Труба 219×8 ГОСТ 8732-78/ В20 ГОСТ 8731-74 L=30	4	1,2 кг
A4		23		Труба 89×10 L=60	4	
A3		24		Двутавр 60Б2 L=7400	1	
Б4		25		Швеллер 18У ГОСТ 8240-97/ Ст3сп5 ГОСТ 535-88 L=470	1	7,7 кг
A4		26		Швеллер 10П L=985	1	
Б4		27		Швеллер 40У ГОСТ 8240-97/ Ст3сп5 ГОСТ 535-88 L=1070	2	51,7 кг
A4		28		Лист 16×135×400	1	
A4		29		Лист 16×135×400	2	
A4		30		Лист 16×135×135	2	
A4		31		Лист 16×135×160	1	
A4		32		Лист 16×135×160	1	

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ФЮРА.0037-10.01.00.000

Лист
2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

3